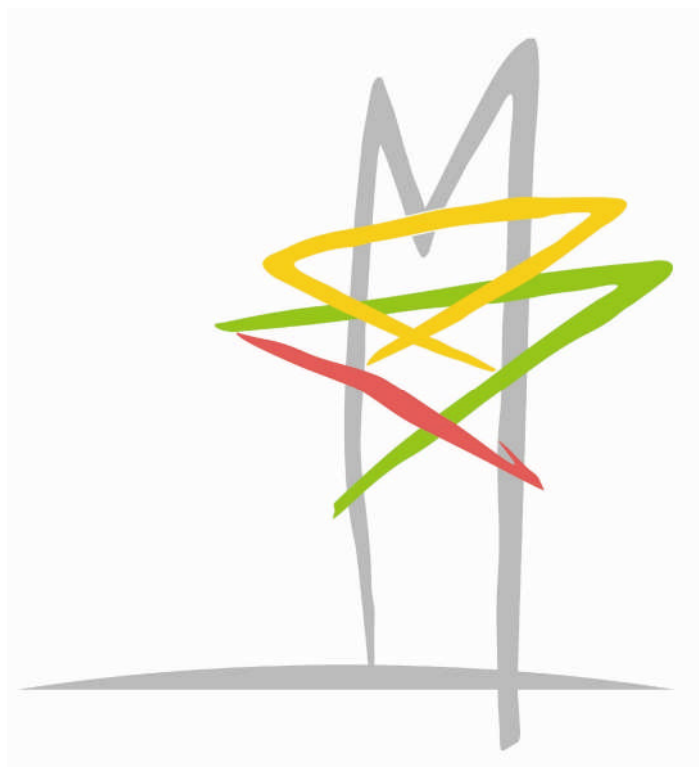




RCS-943 系列 高压输电线路成套保护装置

技术和使用说明书



南瑞继保电气有限公司版权所有

本说明书适用于 RCS-943 系列 V2. **程序版本

本说明书和产品今后可能会有小的改动，请注意核对实际产品与说明书的版本是否符合。

更多产品信息，请访问互联网：<http://www.nari-relays.com>

版本升级说明：

新版说明书补充了 RCS-943AM/D(M)/AZ(M)/AQ(M) 的说明和定值单，增加了使用说明和调试大纲。

目 录

1	概述	1
1.1	应用范围	1
1.2	保护配置	1
1.3	性能特征	2
2	技术参数	3
2.1	机械及环境参数	3
2.2	额定电气参数	3
2.3	主要技术指标	3
3	软件工作原理	7
3.1	装置总起动元件	7
3.2	保护起动元件	7
3.3	电流差动继电器	7
3.4	距离继电器	11
3.5	零序过流保护	16
3.6	不对称相继速动保护	16
3.7	双回线相继速动保护	17
3.8	跳闸逻辑	18
3.9	重合闸	19
3.10	正常运行程序	20
4	硬件原理说明	22
4.1	装置整体结构	22
4.2	装置面板布置	23
4.3	装置接线端子	23
4.4	输出接点	24
4.5	结构与安装	25
4.6	各插件原理说明	26
5	定值内容及整定说明	38
5.1	装置参数及整定说明	38
5.2	保护定值及整定说明	40
5.3	压板定值	44
5.4	IP 地址	45
6	使用说明	46
6.1	指示灯说明	46
6.2	液晶显示说明	46
6.3	命令菜单使用说明	47
6.4	装置运行说明	50

7	调试大纲.....	51
7.1	试验注意事项	51
7.2	交流回路校验	51
7.3	输入接点检查	51
7.4	整组试验.....	51
7.5	输出接点检查	52
7.6	打印动作报告	53
7.7	通道调试说明	53
7.8	光纤及光纤连接注意事项	55

1 概述

1.1 应用范围

本装置为由微机实现的数字式输电线路成套快速保护装置，可用作 110kV 输电线路的主保护及后备保护。

1.2 保护配置

RCS-943 包括以分相电流差动和零序电流差动为主体的快速主保护，由三段相间和接地距离保护、四段零序方向过流保护构成的全套后备保护；装置配有三相一次重合闸功能、过负荷告警功能；装置还带有跳合闸操作回路以及交流电压切换回路。

RCS-943 系列保护根据功能有一个或多个后缀，各后缀的含义如下：

序号	后缀	功 能 含 义
1	A	基本型号
2	D	与 A 型相比起动快速复归
3	Q	重合闸无压检定定值可整定
4	Z	增加“TV 检修”压板，保护起动重合闸可单独投退
5	M	2M 光纤通道

RCS-943 系列保护具体配置如下：

型 号	配 置		
RCS-943A	分相电流差动 零序电流差动	基本配置（64K）	适用于无特殊要求线路
RCS-943AM		基本配置（2M）	适用于无特殊要求线路
RCS-943D		起动快速复归（64K）	适用于负荷波动频繁的电铁、冶炼炉等线路
RCS-943DM		起动快速复归（2M）	适用于负荷波动频繁的电铁、冶炼炉等线路
RCS-943AZ	三段接地和 相间距离保护	增加“TV 检修”压板， 保护起动重合闸可单独 投退（64K）	适用于需要投退“TV 检修”压板 或要求保护起动重合闸可单独投 退的线路
RCS-943AZM	四段零序方向 过流保护	增加“TV 检修”压板， 保护起动重合闸可单独 投退（2M）	适用于需要投退“TV 检修”压板 或要求保护起动重合闸可单独投 退的线路
RCS-943AQ	自动重合闸	重合闸无压检定 定值可整定（64K）	用于负荷为小水电，重合闸无压 检定定值需独立整定的线路
RCS-943AQM		重合闸无压检定 定值可整定（2M）	用于负荷为小水电，重合闸无压 检定定值需独立整定的线路

RCS-943A 用于无特殊要求的 110kV 高压输电线路，通讯接口速率为 64kbit/s。

RCS-943AM 与 RCS-943A 保护功能完全一样，仅通讯接口速率不同，为 2048kbit/s。

RCS-943D 专为负荷变化特别频繁的 110kV 高压线路设计，它可以应用于负荷为电气化铁路或大型冶炼电炉的输电线路中。其软件设计上的区别在于 RCS-943A 的保护程序中，起动元件动作后将展宽 7 秒方返回。而 RCS-943D 的起动元件动作后不展宽 7 秒，而由距离 III 段或零序起动电流保持，当上述两者都返回后，再延时 200ms 返回。其它均同 RCS-943A。

RCS-943DM 与 RCS-943D 保护功能完全一样，仅通讯接口速率不同，为 2048kbit/s。

RCS-943AZ 专为 TV 检修时需要投退“TV 检修”压板或要求保护起动重合闸可单独投退的 110kV 高压线路设计。其在 RCS-943A 标准程序的基础上增加了“TV 检修”硬压板和“投 TV 检修”软压板，两者为“与”逻辑。当两者均投入时，其处理同“TV 断线”。同时还增加了“投保护起动重合”控制字用于单独投退保护起动重合闸（一般用于电缆线路）。

RCS-943AZM 与 RCS-943AZ 保护功能完全一样，仅通讯接口速率不同，为 2048kbit/s。

RCS-943AQ 专为负荷带小水电的 110kV 高压线路设计。其与 RCS-943A 的区别在于在重合闸时若采用检线路无压或检母线无压方式时，无压检定定值可以由用户整定，即增加了两个定值：“检母线无压定值”和“检线路无压定值”。其它均同 RCS-943A。

RCS-943AQM 与 RCS-943AQ 保护功能完全一样，仅通讯接口速率不同，为 2048kbit/s。

1.3 性能特征

- 设有分相电流差动和零序电流差动继电器全线速跳功能。
- 高速数据通信接口（可选 64Kb/s 或 2.048Mb/s），线路两侧数据同步采样，两侧电流互感器变比可以不一致。
- 通道自动监测，通信误码率在线显示，通道故障自动闭锁差动保护。
- 反应工频变化量的起动元件采用了具有自适应能力的浮动门槛，对系统不平衡和干扰具有极强的预防能力，因而起动元件有很高的灵敏度而不会频繁起动。
- 先进可靠的振荡闭锁功能，保证距离保护在系统振荡加区外故障时能可靠闭锁，而在振荡加区内故障时能可靠切除故障。
- 完善的事件报文处理，可保存最新 64 次动作报告，24 次故障录波报告。
- 与 COMTRADE 兼容的故障录波。
- 友好的人机界面、汉字显示、中文报告打印。
- 灵活的后台通信方式，配有 RS-485 通信接口（可选双绞线、光纤）或以太网。
- 支持电力行业标准 DL/T667-1999（IEC60870-5-103 标准）的通信规约。
- 采用高速数字信号处理芯片（DSP）与微处理器并行工作，保证了高精度的快速运算。高性能的硬件保证了装置在每一个采样间隔对所有继电器进行实时计算。
- 电路板采用表面贴装技术，减少了电路体积，减少发热，提高了装置可靠性。
- 装置采用整体面板、全封闭机箱，强弱电严格分开，取消传统背板配线方式，同时在软件设计上采取相应的抗干扰措施，装置的抗干扰能力大大提高，对外的电磁辐射也满足相关标准。

2 技术参数

2.1 机械及环境参数

机箱结构尺寸：482mm×177mm×291mm； 嵌入式安装

正常工作温度：0~40℃

极限工作温度：-10~50℃

贮存及运输： -25~70℃

2.2 额定电气参数

直流电源：220V, 110V 允许偏差：+15%，-20%

交流电压：100/√3（额定电压 U_n ）

交流电流：5A, 1A（额定电流 I_n ）

频 率：50Hz/60Hz

过载能力：电流回路： 2 倍额定电流，连续工作

10 倍额定电流，允许 10S

40 倍额定电流，允许 1S

电压回路：1.5 倍额定电压，连续工作

功 耗：交流电流： <1VA/相（ $I_n=5A$ ）

<0.5VA/相（ $I_n=1A$ ）

交流电压： <0.5VA/相

直 流： 正常时 <35W

跳闸时 <50W

2.3 主要技术指标

2.3.1 整组动作时间

差动保护全线路跳闸时间： <25ms（差流 > 1.5 倍差动电流高定值）

距离保护 I 段： <30ms

2.3.2 起动元件

电流变化量起动元件，整定范围 0.1 I_n ~30 I_n

零序过流起动元件，整定范围 0.1 I_n ~30 I_n

负序过流起动元件，整定范围 0.1 I_n ~30 I_n

2.3.3 距离保护

整定范围： 0.01~40 Ω （ $I_n=5A$ ） 0.05~200 Ω （ $I_n=1A$ ）

距离元件定值误差： <5%

精 确 工 作 电 压： <0.25V

最小精确工作电流：0.1In

最大精确工作电流：30In

I、II、III段跳闸时间：0~25s

2.3.4 零序过流保护

整定范围：0.1In~30In

零序过流元件定值误差：<5%

I、II、III、IV段零序跳闸延迟时间：0~25s

2.3.5 过负荷告警

整定范围：0.1In~30In

过负荷元件定值误差：<5%

过负荷告警出口延迟时间：0~25s

2.3.6 暂态超越

快速保护均不大于2%

2.3.7 测距部分

单端电源多相故障时允许误差：<±2.5%

单相故障有较大过渡电阻时测距误差将增大

2.3.8 自动重合闸

检同期元件角度误差：<±3°

2.3.9 电磁兼容

幅射电磁场干扰试验符合国标：GB/T 14598.9 的规定；

快速瞬变干扰试验符合国标：GB/T 14598.10 的规定；

静电放电试验符合国标：GB/T 14598.14 的规定；

脉冲群干扰试验符合国标：GB/T 14598.13 的规定；

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验符合国标：GB/T 17626.6 的规定；

工频磁场抗扰度试验符合国标：GB/T 17626.8 的规定；

脉冲磁场抗扰度试验符合国标：GB/T 17626.9 的规定；

浪涌（冲击）抗扰度试验符合国标：GB/T 17626.5 的规定。

2.3.10 绝缘试验

绝缘试验符合国标：GB/T14598.3-93 6.0 的规定；

冲击电压试验符合国标：GB/T14598.3-93 8.0 的规定。

2.3.11 输出接点容量

信号接点容量：

允许长期通过电流 8A

切断电流 0.3A (DC220V, V/R 1ms)

其它辅助继电器接点容量：

允许长期通过电流 5A

切断电流 0.2A (DC220V, V/R 1ms)

跳闸出口接点容量：

允许长期通过电流 8A

切断电流 0.3A (DC220V, V/R 1ms)，不带电流保持

2.3.12 通信接口

六种通信插件型号可选，可提供 RS-485 通信接口，或以太网接口，通信规约可选择为电力行业标准 DL/T667-1999 (idt IEC60870-5-103) 规约或 LFP (V2.0) 规约，通信速率可整定；

一个用于 GPS 对时的 RS-485 双绞线接口；

一个打印接口，可选 RS-485 或 RS-232 方式，通信速率可整定；

一个用于调试的 RS-232 接口（前面板）。

2.3.13 光纤接口

RCS-943 系列保护装置可通过专用光纤或经通信设备复接，与对侧交换数据。光纤接口位于 CPU 板背面，光接头采用 FC/PC 型式。

光纤接口插件的发送功率由跳线决定，定义如下：

1. 单一传输速率光纤接口插件（传输速率固定为：64kbit/s 或 2048kbit/s），参数如下：
单通道光纤接口插件：

跳线选择 \ 发送速率	64kbit/s	2048kbit/s
JP301—OFF, JP302—OFF	-16dBm	-16dBm
JP301—ON, JP302—OFF	-9 dBm	-12dBm
JP301—OFF, JP302—ON	-7 dBm	-9 dBm
JP301—ON, JP302—ON	-5 dBm	-8 dBm

光纤类型：单模 CCITT Rec.G652 波长：1310nm

接收灵敏度：-45dBm (64kbit/s)、-35dBm (2048kbit/s)

传输距离：<100km (64kbit/s)、<60km (2048kbit/s)

光过载点：>-5dBm

2. 可选传输速率光纤接口插件（传输速率可由跳线选择为：64kbit/s 或 2048kbit/s），参数如下：

单通道光纤接口插件：

跳线选择 \ 传输速率		64kbit/s	2048kbit/s
发送功率	JP302—OFF	-13.0 ± 2.0 dBm	
	JP302—ON	-3.0 ± 2.0 dBm	
通信速率	JP201—OFF	64kbit/s	
	JP201—ON	2048kbit/s	

光纤类型：单模 CCITT Rec.G652 波长：1310nm

接收灵敏度：-38dBm（64kbit）、-38dBm（2048kbit/s）

传输距离：<90km（64kbit/s）、<90km（2048kbit/s）

光过载点：>-5dBm

装置出厂时，发送功率跳线均在“OFF”档。所有光纤接口插件的精确指标均以实际插件标注为准。

当采用专用光纤通道传输时，只有在传输距离大于 50km，接收功率不够时，才需要调整跳线，加大发送功率，使接收功率大于接收灵敏度，并有一定的裕度（3-10 dB）。当专用光纤传输距离超过 80 公里时，需在订货时注明，按特殊工程处理，配用 1550nm 激光器件。

当采用复用通道传输时，装置发送功率为出厂时的默认功率，不用调整跳线。

采用通信设备复接时：

信道类型：数字光纤或数字微波（可多次转接）

接口标准：64kbit/s G.703 同向数字接口 或 2048kbit/s E1 接口

保护对通道的要求：

时延要求：单向传输时延 <15ms

通道要求：必须保证保护装置的收发路由时延一致

3 软件工作原理

3.1 装置总起动元件

起动元件的主体由反应相间工频变化量的过流继电器实现，同时又配以反应全电流的零序过流继电器和负序过流继电器互相补充。反应工频变化量的起动元件采用浮动门坎，正常运行及系统振荡时变化量的不平衡输出均自动构成自适应式的门坎，浮动门坎始终略高于不平衡输出，在正常运行时由于不平衡分量很小，而装置有很高的灵敏度。

3.1.1 工频变化量起动

当相间电流变化量大于整定值，该元件动作并展宽 7 秒，去开放出口继电器正电源。

3.1.2 零序过流元件起动

当外接和自产零序电流均大于整定值，且无 TA 断线时，零序起动元件动作并展宽 7 秒，去开放出口继电器正电源。

3.1.3 负序过流元件起动

当负序电流大于整定值时，经 40ms 延时，负序起动元件动作并展宽 7 秒，去开放出口继电器正电源。

3.1.4 纵联差动或远跳起动

发生区内三相故障，弱电源侧电流起动元件可能不动作，此时若收到对侧的差动保护允许信号，则判别差动继电器动作相关相、相间电压，若小于 60% 额定电压，则辅助电压起动元件动作，去开放出口继电器正电源 7 秒。

当本侧收到对侧的远跳信号且定值中“远跳受本侧控制”置“0”时，去开放出口继电器正电源 500ms。

3.1.5 重合闸起动

当满足重合闸条件则展宽 10 分钟，在此时间内，若有重合闸动作则开放出口继电器正电源 500ms。

3.2 保护起动元件

保护起动元件与总起动元件相同，只是总起动元件由 CPU 计算，保护起动元件由 DSP 计算。

3.3 电流差动继电器

电流差动继电器由三部分组成：变化量相差动继电器、稳态相差动继电器和零序差动继电器。

3.3.1 变化量相差动继电器

动作方程：

$$\begin{cases} \Delta I_{CD\Phi} > 0.75 \times \Delta I_{R\Phi} \\ \Delta I_{CD\Phi} > I_H \end{cases}$$

$$\Phi = A, B, C$$

$\Delta I_{CD\Phi}$ 为工频变化量差动电流， $\Delta I_{CD\Phi} = |\Delta \dot{I}_{M\Phi} + \Delta \dot{I}_{N\Phi}|$ 即为两侧电流变化量矢量和的幅值；

$\Delta I_{R\Phi}$ 为工频变化量制动电流； $\Delta I_{R\Phi} = |\Delta \dot{I}_{M\Phi} - \Delta \dot{I}_{N\Phi}|$ 即为两侧电流变化量矢量差的幅值；

I_H 为“差动电流高定值”（整定值）和 4 倍实测电容电流的大值；实测电容电流由正常运行时的差流获得；

3.3.2 稳态 I 段相差动继电器

动作方程：

$$\begin{cases} I_{CD\Phi} > 0.75 \times I_{R\Phi} \\ I_{CD\Phi} > I_H \end{cases}$$

$$\Phi = A, B, C$$

$I_{CD\Phi}$ 为差动电流， $I_{CD\Phi} = |\dot{I}_{M\Phi} + \dot{I}_{N\Phi}|$ 即为两侧电流矢量和的幅值；

$I_{R\Phi}$ 为制动电流； $I_{R\Phi} = |\dot{I}_{M\Phi} - \dot{I}_{N\Phi}|$ 即为两侧电流矢量差的幅值；

I_H 定义同上。

3.3.3 稳态 II 段相差动继电器

动作方程：

$$\begin{cases} I_{CD\Phi} > 0.75 \times I_{R\Phi} \\ I_{CD\Phi} > I_L \end{cases}$$

$$\Phi = A, B, C$$

I_L 为“差动电流低定值”和 1.5 倍实测电容电流的大值；

$I_{CD\Phi}$ 、 $I_{R\Phi}$ 定义同上。

稳态 II 段相差动继电器经 40ms 延时动作。

3.3.4 零序差动继电器

对于经高过渡电阻的接地故障，零序差动继电器具有较高的灵敏度，其动作方程：

$$\begin{cases} I_{CD0} > 0.75 \times I_{R0} \\ I_{CD0} > \text{Max}(I_{QD0}, I_L) \end{cases}$$

I_{CD0} 为零序差动电流， $I_{CD0} = |\dot{I}_{M0} + \dot{I}_{N0}|$ 即为两侧零序电流矢量和的幅值；

I_{R0} 为零序制动电流； $I_{R0} = |\dot{I}_{M0} - \dot{I}_{N0}|$ 即为两侧零序电流矢量差的幅值；

I_{QD0} 为零序起动电流定值；

I_L 定义同上；

零序差动继电器经 100ms 延时动作。

3.3.5 采样同步

两侧装置一侧作为同步端，另一侧作为参考端。以同步方式交换两侧信息，参考端采样间隔固定，并在每一采样间隔中固定向对侧发送一帧信息。同步端随时调整采样间隔，如果满足同步条件，就向对侧传输三相电流采样值；否则，启动同步过程，直到满足同步条件为止。

3.3.6 TA 断线

TA 断线瞬间，断线侧的起动元件和差动继电器可能动作，但对侧的起动元件不动作，不会向本侧发差动保护动作信号，从而保证纵联差动不会误动。非断线侧经延时后报“长期有差流”，与 TA 断线作同样处理。

TA 断线时发生故障或系统扰动导致起动元件动作，若“TA 断线闭锁差动”整定为“1”，则闭锁电流差动保护；若“TA 断线闭锁差动”整定为“0”，且该相差流大于“TA 断线差流定值”，仍开放电流差动保护。

3.3.7 TA 饱和

当发生区外故障时，TA 可能会暂态饱和，装置中由于采用了较高的制动系数和自适应浮动制动门槛，从而保证了在较严重的饱和情况下不会误动。

3.3.8 通信时钟

数字差动保护的关键是线路两侧装置之间的数据交换。本系列装置采用同步通信方式（装置型号中带有字母M的通信速率为2048kbit/s，不带有字母M的通信速率为64kbit/s，如：RCS-943A通信速率为64kbit/s, RCS-943AM通信速率为2048kbit/s）。

差动保护装置发送和接收数据采用各自的时钟，分别为发送时钟和接收时钟。保护装置的接收时钟固定从接收码流中提取，保证接收过程中没有误码和滑码产生。发送时钟可以有两种方式，1、采用内部晶振时钟；2、采用接收时钟作为发送时钟。采用内部晶振时钟作为发送时钟常称为内时钟（主时钟）方式，采用接收时钟作为发送时钟常称为外时钟（从时钟）方式。两侧装置的运行方式可以有三种方式：

- 1、两侧装置均采用从时钟方式；
- 2、两侧装置均采用内时钟方式；
- 3、一侧装置采用内时钟，另一侧装置采用从时钟（这种方式会使整定定值更复杂，故不推荐采用）。

RCS-943系列装置通过整定控制字“专用光纤”来决定通信时钟方式。控制字“专用光纤”置为1，装置自动采用内时钟方式；反之，自动采用外时钟方式。

对于 64kbit/s 速率的装置，其“专用光纤”控制字整定如下：

1. 保护装置通过专用纤芯通信时，两侧保护装置的“专用光纤”控制字都整定成：‘1’；
2. 保护装置通过 PCM 机复用通信时，两侧保护装置的“专用光纤”控制字都整定成：‘0’；

对于 2048kbit/s 速率的装置，其“专用光纤”控制字整定如下：

1. 保护装置通过专用纤芯通信时，两侧保护装置的“专用光纤”控制字都整定成：‘1’；
2. 保护装置通过复用通道传输时，两侧保护装置的“专用光纤”控制字按如下原则整定：
 - a. 当保护信息直接通过同轴电缆接入 SDH 设备的 2048kbit/s 板卡，同时 SDH 设备中 2048kbit/s 通道的“重定时”功能关闭时，两侧保护装置的“专用光纤”控制字置 1（推荐采用此方式）；
 - b. 当保护信息直接通过同轴电缆接入 SDH 设备的 2048kbit/s 板卡，同时 SDH 设备中 2048kbit/s 通道的“重定时”功能打开时，两侧保护装置的“专用光纤”控制字置 0；
 - c. 当保护信息通过通道切换等装置接入 SDH 设备的 2048kbit/s 板卡，两侧保护装置的“专用光纤”控制字的整定需与其它厂家的设备配合。

3.3.9 纵联差动保护方框图

1. 差动保护投入指屏上“投差动保护压板”和定值控制字“投纵联差动保护”同时投入。
2. “A 相差动元件”、“B 相差动元件”、“C 相差动元件”包括变化量差动、稳态量差动 I 段或 II 段动作时的分相差动，只是各自的定值有差异。
3. 三相开关在跳开位置或经保护起动控制的差动继电器动作，则向对侧发差动动作允许信号。
4. TA 断线瞬间，断线侧的起动元件和差动继电器可能动作，但对侧的起动元件不动作，不会向本侧发差动保护动作信号，从而保证纵联差动不会误动。TA 断线时发生故障或系统扰动导致起动元件动作，若“TA 断线闭锁差动”整定为“1”，则闭锁电流差动保护；若“TA 断线闭锁差动”整定为“0”，且该相差流大于“TA 断线差流定值”，仍开放电流差动保护。

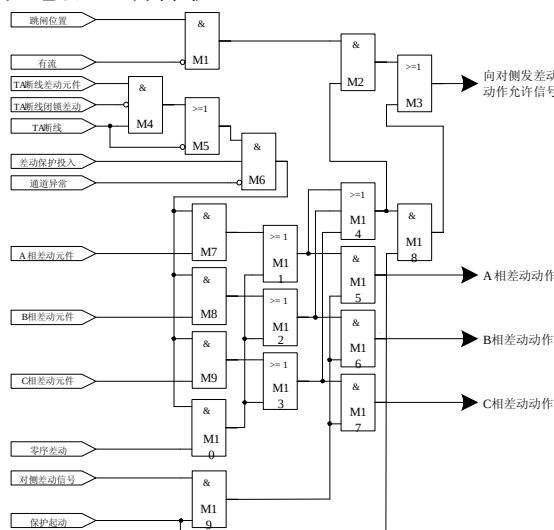


图 3.3.1 纵联差动保护方框图

3.4 距离继电器

本装置设有三阶段式相间、接地距离继电器和两个作为远后备的四边形相间、接地距离继电器。继电器由正序电压极化，因而有较大的测量故障过渡电阻的能力；当用于短线路时，为了进一步扩大测量过渡电阻的能力，还可将 I、II 段阻抗特性向第 I 象限偏移；接地距离继电器设有零序电抗特性，可防止接地故障时继电器超越。

正序极化电压较高时，由正序电压极化的距离继电器有很好的方向性；当正序电压下降至 $10\%U_n$ 以下时，进入三相低压程序，由正序电压记忆量极化，I、II 段距离继电器在动作前设置正的门槛，保证母线三相故障时继电器不可能失去方向性；继电器动作后则改为反门槛，保证正方向三相故障继电器动作后一直保持到故障切除。III 段距离继电器始终采用反门槛，因而三相短路 III 段稳态特性包含原点，不存在电压死区。

3.4.1 低压距离继电器

当正序电压小于 $10\%U_n$ 时，进入低压距离程序。正方向故障时，低压距离继电器暂态动作特性如图 3.4.1；

Z_s 为保护安装处背后等值电源阻抗，测量阻抗 Z_K 在阻抗复数平面上的动作特性是以 Z_{ZD} 至 $-Z_s$ 连线为直径的圆，动作特性包含原点表明正向出口经或不经过渡电阻故障时都能正确动作，并不表示反方向故障时会误动作；反方向故障时的动作特性必须以反方向故障为前提导出。

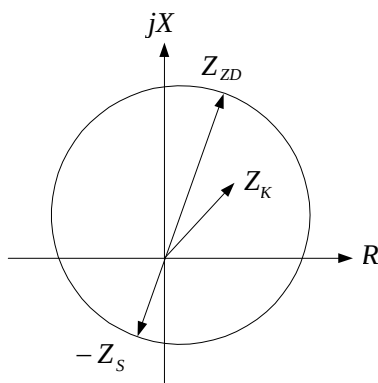


图 3.4.1 正方向故障时动作特性图

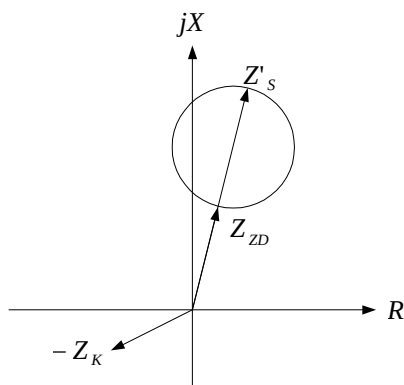


图 3.4.2 反方向故障时的动作特性

反方向故障时，测量阻抗 $-Z_K$ 在阻抗复数平面上的动作特性是以 Z_{ZD} 与 Z'_s 连线为直径的圆，如图 3.4.2，其中， Z'_s 为保护安装处到对侧系统的总阻抗。当 $-Z_K$ 在圆内

时动作，可见，继电器有明确的方向性，不可能误判方向。

以上的结论是在记忆电压消失以前，即继电器的暂态特性，当记忆电压消失后，正方向故障时，测量阻抗 Z_K 在阻抗复数平面上的动作特性如图 3.4.3，反方向故障时， $-Z_K$ 动作特性也如图 3.4.4。由于动作特性经过原点，因此母线和出口故障时，继电器处于动作边界；为了保证母线故障，特别是经弧光电阻三相故障时不会误动作，I、II 段距离继电器在动作前设置正的门槛，其幅值取最大弧光压降，保证母线三相故障时继电器不可能失去方向性；继电器动作后则改为反门槛，相当于将特性圆包含原点，保证正方向出口三相故障继电器动作后一直保持到故障切除。为了保证 III 段距离继电器的后备性能，III 段距离继电器始终采用反门槛，因而三相短路 III 段稳态特性包含原点，不存在电压死区。

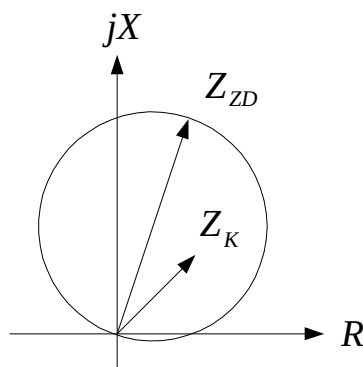


图 3.4.3 三相短路稳态特性

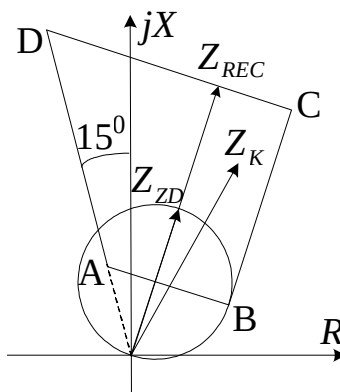


图 3.4.4 四边形相间距离继电器的动作特性

3.4.2 接地距离继电器

3.4.2.1 III 段接地距离继电器

III 段接地距离继电器由阻抗圆接地距离继电器和四边形接地距离继电器相或构成，四边形接地距离继电器可作为长线末端变压器后故障的远后备。

● 阻抗圆接地距离继电器：

继电器的极化电压采用当前正序电压，非记忆量，这是因为接地故障时，正序电压主要由非故障相形成，基本保留了故障前的正序电压相位，因此，III 段接地距离继电器的特性与低压时的暂态特性完全一致，见图 3.4.1、图 3.4.2，继电器有很好的方向性。

● 四边形接地距离继电器：

四边形接地距离继电器的动作特性如图 3.4.4 中的 ABCD， Z_{ZD} 为接地 III 段圆阻抗定

值, Z_{REC} 为接地Ⅲ段四边形定值, 四边形中 BC 段与 Z_{ZD} 平行, 且与Ⅲ段圆阻抗相切; AD 段延长线过原点偏移 jX 轴 15° ; AB 段与 CD 段分别在 $Z_{ZD}/2$ 和 Z_{REC} 处垂直于 Z_{ZD} 。整定四边形定值时只需整定 Z_{REC} 即可。

3.4.2.2 I、II 段接地距离继电器

I、II 段接地距离继电器由方向阻抗继电器和零序电抗继电器相与构成。

I、II 段方向阻抗继电器的极化电压, 较Ⅲ段增加了一个偏移角 θ_1 , 其作用是在短线路应用时, 将方向阻抗特性向第 I 象限偏移, 以扩大允许故障过渡电阻的能力。 θ_1 的整定可按 0° , 15° , 30° 三档选择。方向阻抗与零序电抗继电器二部分结合, 增强了在短线上使用时允许过渡电阻的能力。

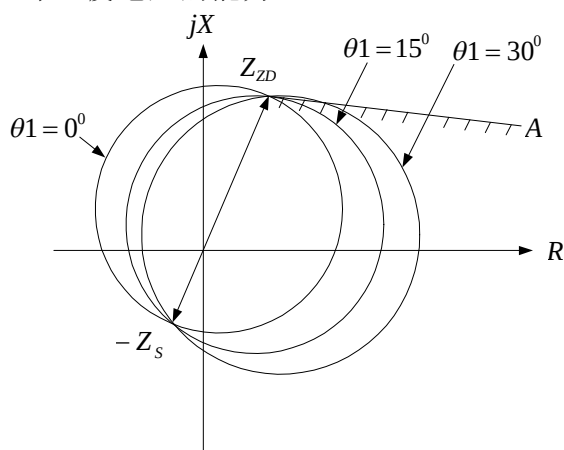


图 3.4.5 正方向故障时继电器特性

3.4.3 相间距离继电器

3.4.3.1 III段相间距离继电器

III段相间距离继电器由阻抗圆相间距离继电器和四边形相间距离继电器相或构成，四边形相间距离继电器可作为长线末端变压器后故障的远后备。

● 阻抗圆相间距离继电器：

继电器的极化电压采用正序电压，不带记忆。因相间故障其正序电压基本保留了故障前电压的相位；故障相的动作特性见图 3.4.1、图 3.4.2，继电器有很好的方向性。

三相短路时，由于极化电压无记忆作用，其动作特性为一过原点的圆，如图 3.4.3。由于正序电压较低时，由低压距离继电器测量，因此，这里既不存在死区也不存在母线故障失去方向性问题。

● 四边形相间距离继电器：

四边形相间距离继电器动作特性同四边形接地距离继电器，如图 3.4.4，只是工作电压和极化电压以相间量计算。

3.4.3.2 I、II段相间距离继电器

I、II段相间距离继电器由方向阻抗继电器和电抗继电器相与构成。

I、II段方向阻抗继电器的极化电压与接地距离 I、II段一样，较III段增加了一个偏移角 θ_2 ，其作用也是为了在短线路使用时增加允许过渡电阻的能力。 θ_2 的整定可按 0° ， 15° ， 30° 三档选择。方向阻抗与电抗继电器二部分结合，增强了在短线上使用时允许过渡电阻的能力。

3.4.4 振荡闭锁

装置的振荡闭锁分三个部分，任意一个元件动作开放保护。

3.4.4.1 起动开放元件

起动元件开放瞬间，若按躲过最大负荷整定的正序过流元件不动作或动作时间尚不到 10ms，则将振荡闭锁开放 160ms。

3.4.4.2 不对称故障开放元件

不对称故障时，振荡闭锁回路还可由对称分量元件开放。

3.4.4.3 对称故障开放元件

在起动元件开放 160ms 以后或系统振荡过程中，如发生三相故障，则上述二项开放措施均不能开放振荡闭锁，本装置中另设置了专门的振荡判别元件，即测量振荡中心电压：

$$U_{OS} = U \cos \Phi$$

U 为正序电压， Φ 是正序电压和电流之间的夹角。

本装置采用的动作判据分二部分：

- $-0.03U_N < U_{OS} < 0.08U_N$ 延时 150ms 开放。
- $-0.1U_N < U_{OS} < 0.25U_N$ 延时 500ms 开放。

3.4.5 距离保护逻辑

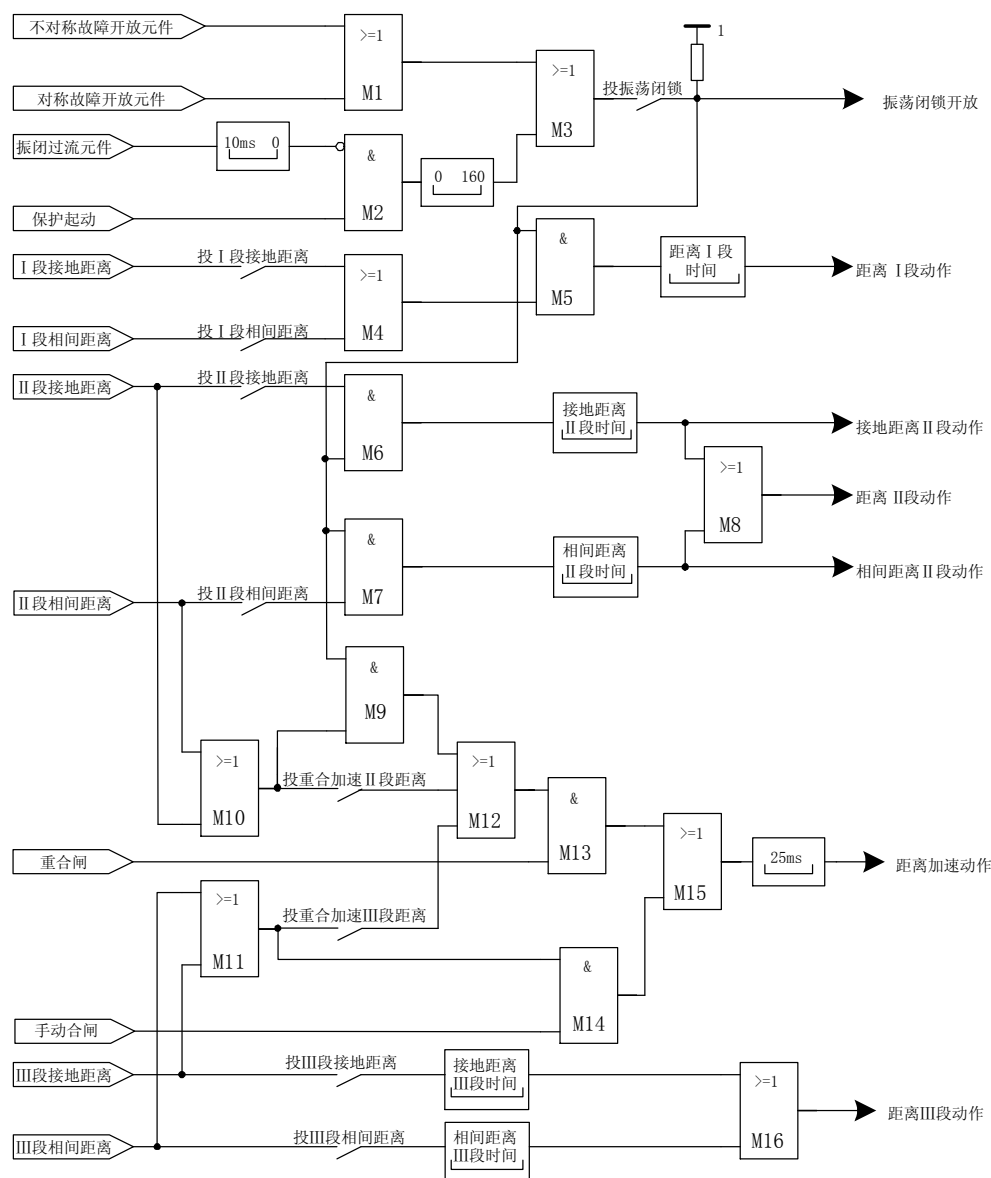


图 3.4.6 RCS-943 距离保护方框图

1. 保护启动时, 如果躲过最大负荷电流整定的振荡闭锁过流元件尚未动作或动作不到 10ms, 则开放振荡闭锁 160ms, 另外不对称故障开放元件、对称故障开放元件任一元件开放则开放振荡闭锁; 用户可选择“投振荡闭锁”去闭锁 I、II 段距离保护, 否则距离保护 I、II 段不经振荡闭锁而直接开放;
2. 合闸于故障线路时加速跳闸可由二种方式: 一是受振荡控制的 II 段距离继电器在合闸过程中加速跳闸, 二是在合闸时, 还可选择“投重合加速 II 段距离”、“投重合加速 III 段距离”、由不经振荡闭锁的 II 段或 III 段距离继电器加速跳闸。手合时总是加速 III 段距离。
3. 接地距离 I、II 段经零序电流闭锁, 为保证距离 III 段的远后备作用, 接地距离 III 段不经零序电流闭锁。

3.5 零序过流保护

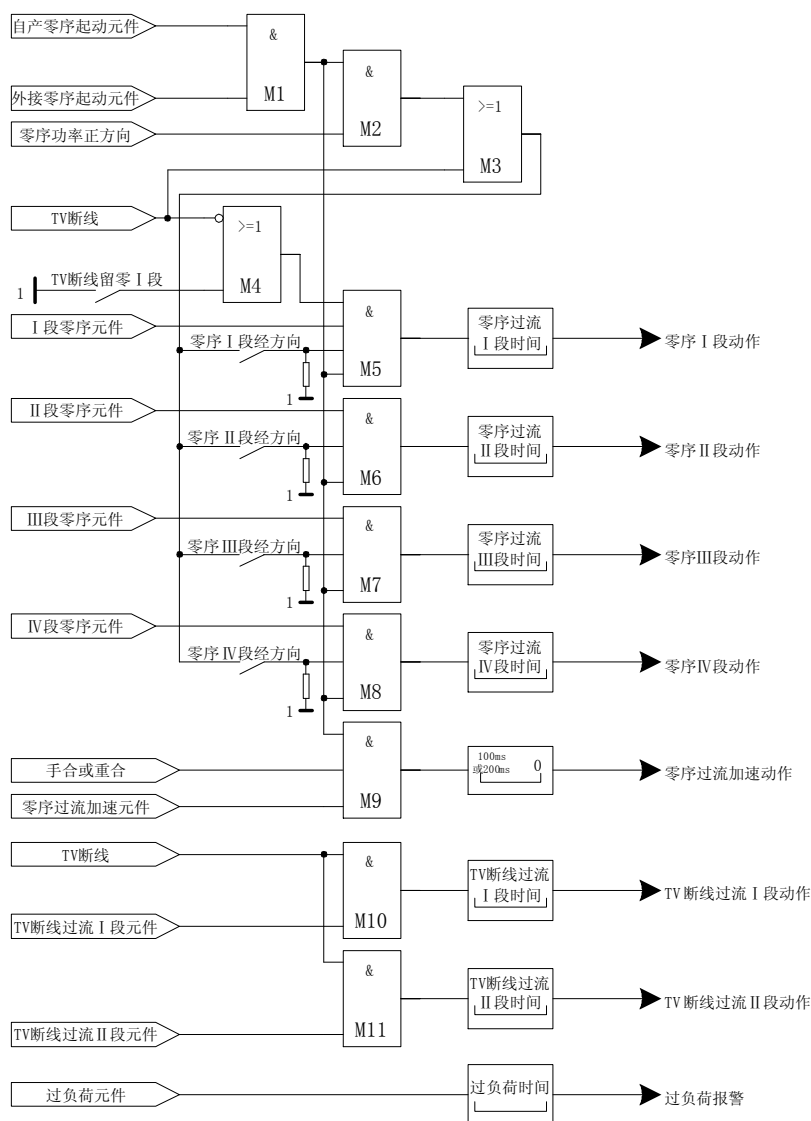


图 3.5.1 零序过流保护方框图

1. 本装置设置了四个带延时段的零序方向过流保护，各段零序可由用户选择经或不经方向元件控制。在 TV 断线时，零序 I 段可由用户选择是否退出；四段零序过流保护均不经方向元件控制。
2. 所有零序电流保护都受零序起动过流元件控制，因此各零序电流保护定值应大于零序起动电流定值。
3. 当最小相电压小于 $0.8U_n$ 时，零序加速延时为 100ms，当最小相电压大于 $0.8U_n$ 时，加速时间延时为 200ms，其过流定值用零序过流加速段定值。
4. TV 断线时，本装置自动投入两段相过流元件，两个元件延时段可分别整定。

3.6 不对称相继速动保护

不对称故障时,利用近故障侧切除后负荷电流的消失,可以实现不对称故障时相继跳闸。如图 3.6.1所示,当线路末端不对称故障时,N 侧 I 段动作快速切除故障,由于

三相跳闸，非故障相电流同时被切除，M 侧保护测量到任一相负荷电流突然消失，而 II 段距离元件连续动作不返回时，将 M 侧开关不经 II 段延时即跳闸，将故障切除。

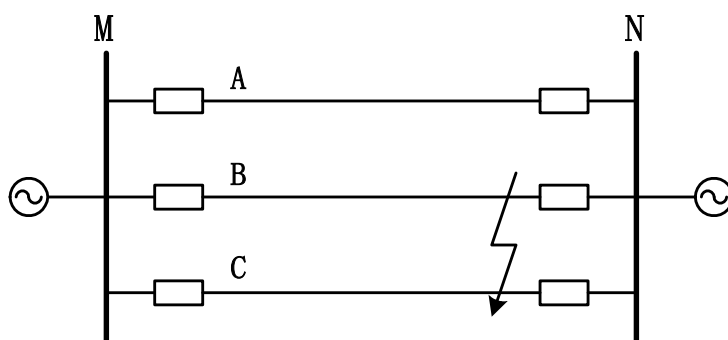


图 3.6.1 不对称故障相继速动保护动作示意图

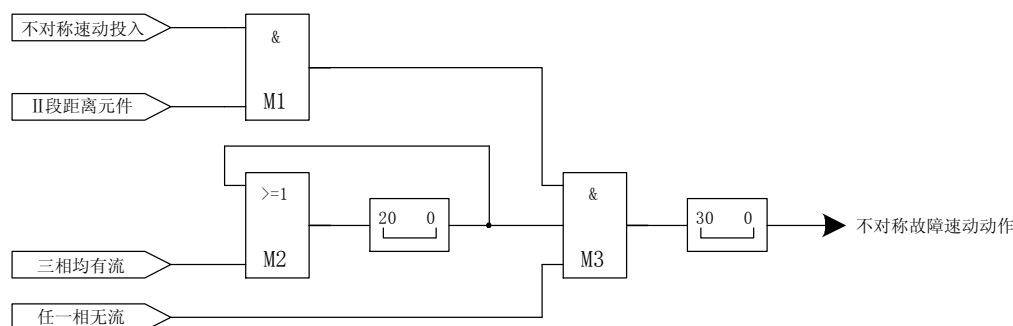


图 3.6.2 不对称故障相继速动保护方框图

3.7 双回线相继速动保护

双回线相继速动保护原理见图 3.7.1，两条线路中的 III 段距离元件动作或其它保护跳闸时，输出 FXJ 信号分别闭锁另一回线 II 段距离相继速跳元件。

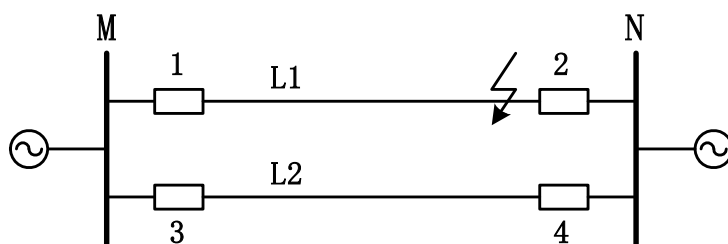


图 3.7.1 双回线相继速动保护动作示意图

相间距离 II 段继电器动作，且收到邻线来的 FXJ 信号，其后 FXJ 信号消失，II 段相间距离继电器经短延时跳闸。

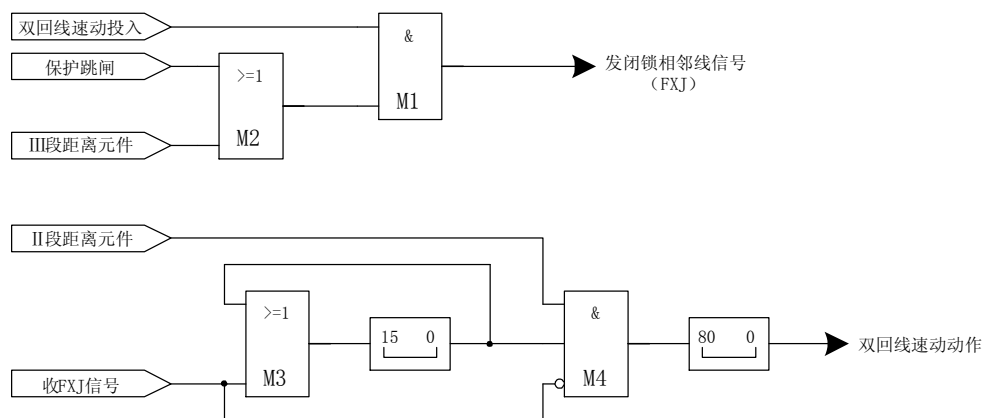


图 3.7.2 双回线相继速动保护方框图

3.8 跳闸逻辑

1. 采用三相跳闸方式，任何故障跳三相。
2. 严重故障如手合或合闸于故障线路跳闸时闭锁重合闸，远跳时闭锁重合闸。
3. TV 断线时跳闸可由用户经控制字“TV 断线闭锁重合闸”选择是否闭锁重合闸；两相及以上故障跳闸时可由用户经控制字“多相故障闭重”选择是否闭锁重合闸；零序III段、IV段跳闸、距离III段跳闸可由用户经控制字“III段及以上闭锁重合闸”选择是否闭锁重合闸。

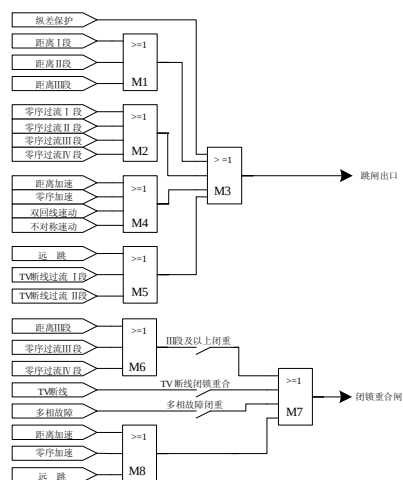


图 3.8.1 跳闸逻辑方框图

3.9 重合闸

1. 本装置重合闸为三相一次重合闸方式, 可根据故障的严重程度引入闭锁重合闸的方式。
2. 三相电流全部消失时跳闸固定动作。
3. 重合闸退出指定值中重合闸投入控制字置“0”。
4. 重合闸充电在正常运行时进行, 重合闸投入、无 TWJ、无控制回路断线、无 TV 断线或虽有 TV 断线但控制字“TV 断线闭锁重合闸”置“0”, 经 10 秒后充电完成。
5. 重合闸由独立的重合闸起动元件来起动。当保护跳闸后或开关偷跳均可起动重合闸。
6. 重合方式可选用检线路无压母线有压重合闸、检母线无压线路有压重合闸、检线路无压母线无压重合闸、检同期重合闸, 也可选用不检而直接重合闸方式。检线路无压母线有压时, 检查线路电压小于 30V 且无线路电压断线, 同时三相母线电压均大于 40V 时, 检线路无压母线有压条件满足, 而不管线路电压用的是相电压还是相间电压; 检母线无压线路有压时, 检查三相母线电压均小于 30V 且无母线 TV 断线, 同时线路电压大于 40V 时, 检母线无压线路有压条件满足; 检线路无压母线无压时, 检查三相母线电压均小于 30V 且无母线 TV 断线, 同时线路电压小于 30V 且无线路电压断线时, 检线路无压母线无压条件满足; 检同期时, 检查线路电压和三相母线电压均大于 40V 且线路电压和母线电压间的相位在整定范围内时, 检同期条件满足。正常运行时测量 U_x 与 U_A 之间的相位差, 与定值中的固定角度差定值比较, 若两者的角度差大于 10° , 则经 500ms 报“角差整定异常”告警。
7. 重合闸条件满足后, 经整定的重合闸延时, 发重合闸脉冲 150ms。

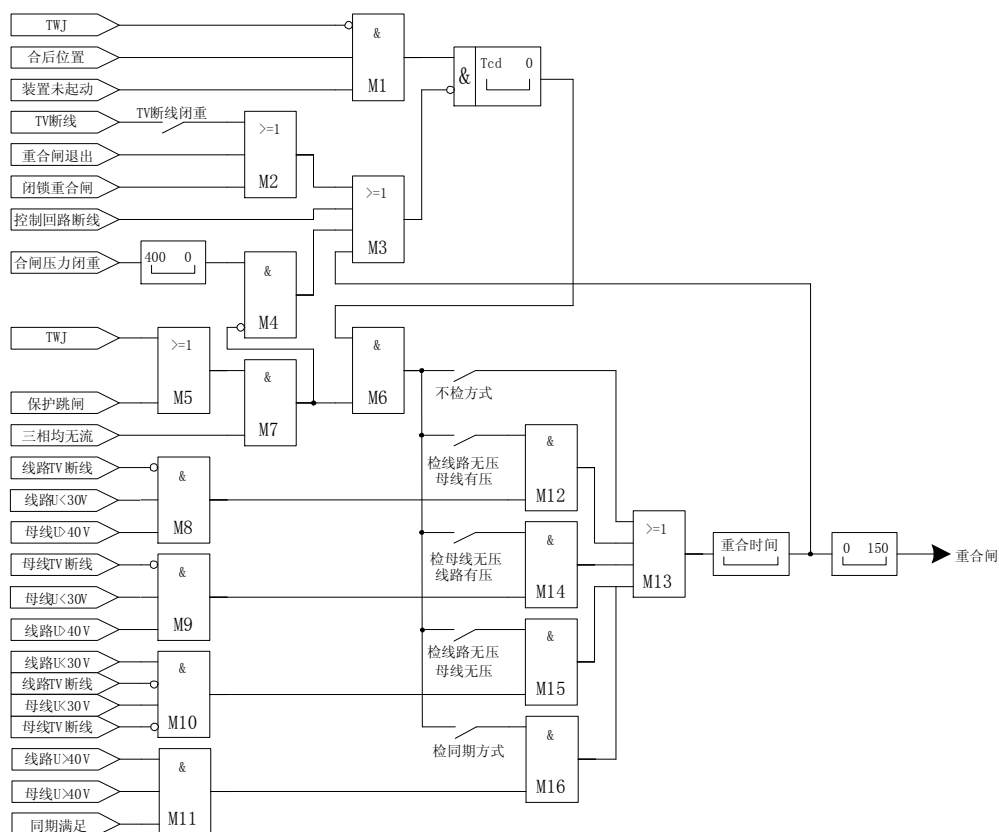


图 3.9.1 重合闸逻辑方框图

3.10 正常运行程序

3.10.1 检查开关位置状态

三相无电流，同时 TWJ 动作，则认为线路不在运行，开放准备手合于故障 400ms；线路有电流但 TWJ 动作，经 10 秒延时报 TWJ 异常。

3.10.2 控制回路断线

TWJ 和 HWJ 均不动作，经 500ms 延时报控制回路断线。控制回路断线则重合闸放电。

3.10.3 交流电流断线（始终计算）

自产零序电流小于 0.75 倍的外接零序电流，或外接零序电流小于 0.75 倍的自产零序电流，延时 200ms 发 TA 断线异常信号；

有自产零序电流而无零序电压，则延时 10 秒发 TA 断线异常信号。

3.10.4 交流电压断线

三相电压向量和大于 8 伏，保护不起动，延时 1.25 秒发 TV 断线异常信号；

正序电压小于 33V 时，当任一相有流元件动作或 TWJ 不动作时，延时 1.25 秒发 TV 断线异常信号。

TV 断线信号动作的同时，退出距离保护，自动投入两段 TV 断线相过流保护，零序过流元件退出方向判别，零序过流 I 段可经控制字选择是否退出。TV 断线时可经控制字选择是否闭锁重合闸。TV 断线相过流保护受距离压板的控制。

三相电压正常后，经 10 秒延时 TV 断线信号复归。

对 RCS-943AZ 保护装置，当屏上“TV 检修”硬压板和软压板“投 TV 检修压板”均投入时，无论母线 TV 是否断线，均报“TV 断线”，面板“TV 断线”灯亮，但 BJJ 告警接点不闭合。其处理原则同 TV 断线，即报 TV 断线信号的同时，退出距离保护，自动投入两段 TV 断线相过流保护，零序过流元件退出方向判别，零序过流 I 段可经控制字选择是否退出。TV 断线时可经控制字选择是否闭锁重合闸。TV 断线相过流保护受距离压板或“TV 检修”压板的控制。

3.10.5 线路电压断线

当重合闸投入且装置整定为重合闸检同期或检线路无压母线有压、检母线无压线路有压重合闸、检线路无压母线无压重合闸方式时，则要用到线路电压，TWJ 不动作或线路有流时检查输入的线路电压小于 40V，经 10 秒延时报线路 TV 异常。线路电压正常后，经 10 秒延时线路 TV 断线信号复归。

如重合闸不投、或不检同期、或检母线无压线路有压和检线路无压母线无压方式同时投入（即检母线无压方式）时，线路电压可以不接入本装置，装置也不进行线路电压断线判别。

3.10.6 角差整定异常告警

当重合闸投入且装置整定为重合闸检同期方式时，若装置实时监测的线路电压与母线 A 相电压的角度与整定值的差大于 10° ，TWJ 不动作或线路有流，且线路电压和母线电压均大于 40V，则经 500ms 延时报角差整定异常。角差恢复正常后，经 500ms 延时角差整定异常信号复归。

3.10.7 电压、电流回路零点漂移调整

随着温度变化和环境条件的改变，电压、电流的零点可能会发生漂移，装置将自动跟踪零点的漂移。

4 硬件原理说明

4.1 装置整体结构

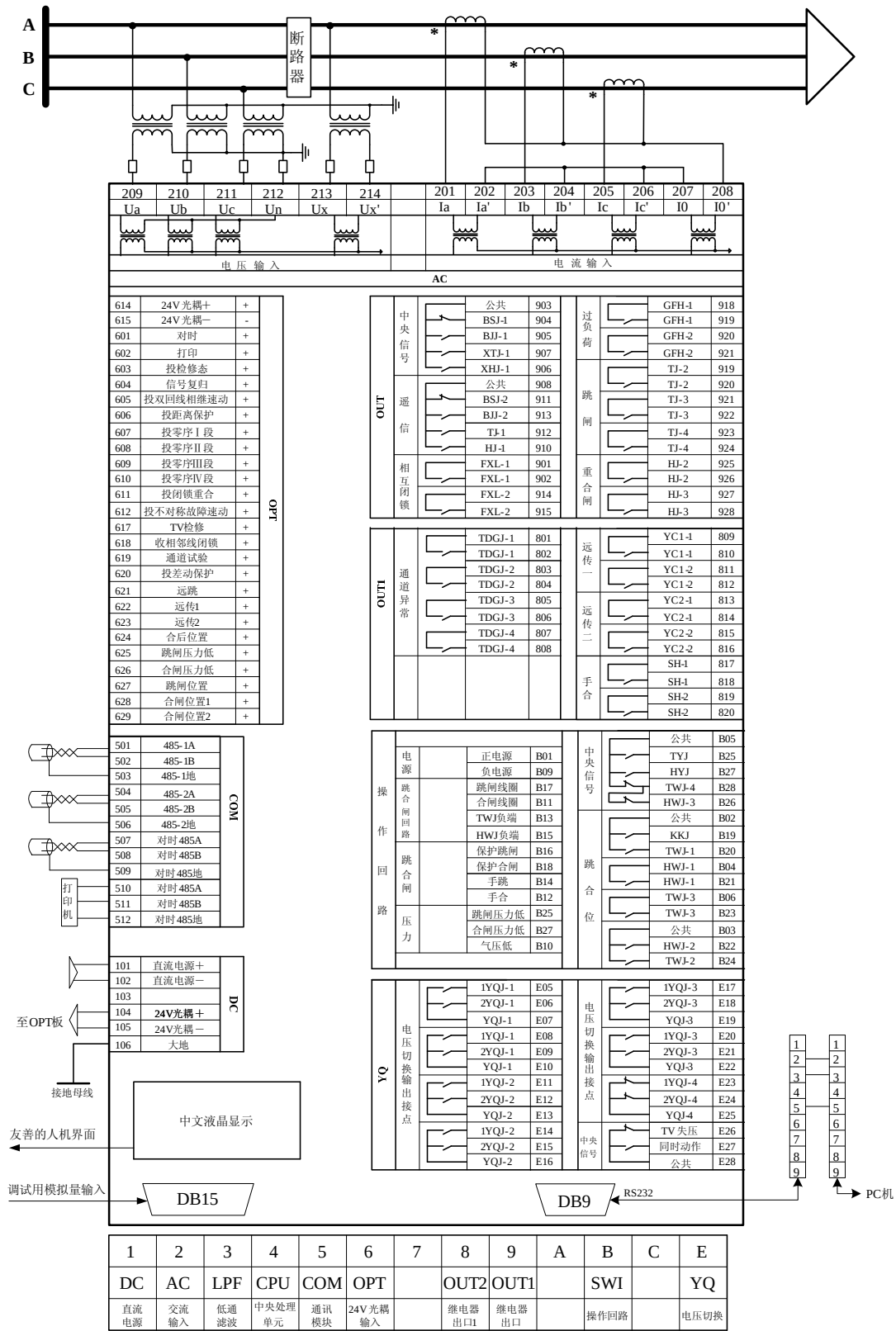


图 4.1.1 装置整体结构

4.2 装置面板布置

图 4.2.1是装置的正面面板布置图。

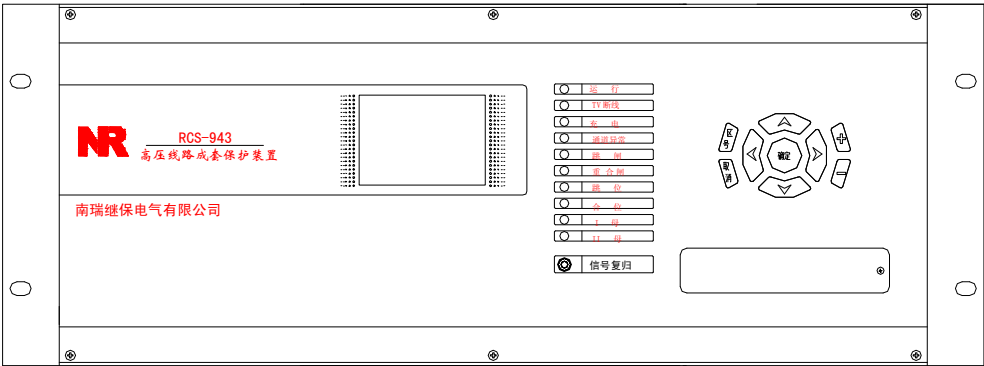


图 4.2.1 面板布置图

图 4.2.2是装置的背面面板布置图。

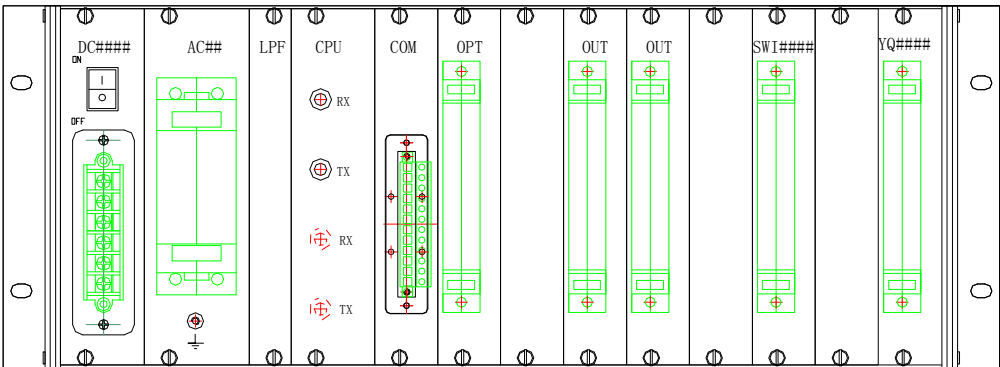


图 4.2.2 端子布置图（背视）

4.3 装置接线端子

图 4.3.1为端子定义图，虚线为可选件。

1		2				3	4	5			6				7	8				
DC		AC				LPF	CPU	COM			OPT（24V）				空	OUT				
直流电源 +		IA	201	IA'	202						打印	602	对时	601		通道异常1	802	通道异常1	801	通道 异常
		IB	203	IB'	204						信号复归	604	投检修态	603		通道异常2	804	通道异常2	803	
			IC	205	IC'						206	投距离保护	606	双回线速动		605	通道异常3	806	通道异常3	
ID	207	ID'		208	投零序II段			608	投零序I段	607	通道异常4	808	通道异常4	807						
	IE	209	IE'	210	投零序IV段			610	投零序III段	609	远传1-1	810	远传1-1	809		远传1				
UF		211	UF'	212	不对称速动			612	投闭锁重合	611	远传1-2	812	远传1-2	811						
	UG	213	UG'	214	24V光耦+			614		613	远传2-1	814	远传2-1	813		远传2				
UH		215	UH'	216				616	24V光耦-	615	远传2-2	816	远传2-2	815						
	VI	217	VI'	218	收相邻线			618	TV检修	617	手合1	818	手合1	817		手合				
VJ		219	VJ'	220	投差动保护			620	通道实验	619	手合2	820	手合2	819						
	VK	221	VK'	222	远传1			622	远跳	621	备用1-1	822	备用1-1	821		备用				
VL		223	VL'	224	KKJ			624	远传2	623	备用1-2	824	备用1-2	823						
	VM	225	VM'	226	HYJ			626	TYJ	625	备用2-1	826	备用2-1	825						
VN		227	VN'	228	HWJ1			628	TWJ	627	备用2-2	828	备用2-2	827						
	VO	229	VO'	230				630	HWJ2	629	备用3	830	备用3	829						
VP		231	VP'	232																
	VQ	233	VQ'	234																
VR		235	VR'	236																
	VS	237	VS'	238																
VT		239	VT'	240																
	VU	241	VU'	242																
VV		243	VV'	244																
	VW	245	VW'	246																
VX		247	VX'	248																
	VY	249	VY'	250																
VZ		251	VZ'	252																
	VA	253	VA'	254																
VB		255	VB'	256																
	VC	257	VC'	258																
VD		259	VD'	260																
	VE	261	VE'	262																
VF		263	VF'	264																
	VG	265	VG'	266																
VH		267	VH'	268																
	VI	269	VI'	270																
VJ		271	VJ'	272																
	VK	273	VK'	274																
VL		275	VL'	276																
	VM	277	VM'	278																
VN		279	VN'	280																
	VO	281	VO'	282																
VP		283	VP'	284																
	VQ	285	VQ'	286																
VR		287	VR'	288																
	VS	289	VS'	290																
VT		291	VT'	292																
	VU	293	VU'	294																
VV		295	VV'	296																
	VW	297	VW'	298																
VX		299	VX'	300																
	VY	301	VY'	302																
VZ		303	VZ'	304																
	VA	305	VA'	306																
VB		307	VB'	308																
	VC	309	VC'	310																
VD		311	VD'	312																
	VE	313	VE'	314																
VF		315	VF'	316																
	VG	317	VG'	318																
VH		319	VH'	320																
	VI	321	VI'	322																
VJ		323	VJ'	324																
	VK	325	VK'	326																
VL		327	VL'	328																
	VM	329	VM'	330																
VN		331	VN'	332																
	VO	333	VO'	334																
VP		335	VP'	336																
	VQ	337	VQ'	338																
VR		339	VR'	340																
	VS	341	VS'	342																
VT		343	VT'	344																
	VU	345	VU'	346																
VV		347	VV'	348																
	VW	349	VW'	350																
VX		351	VX'	352																
	VY	353	VY'	354																
VZ		355	VZ'	356																
	VA	357	VA'	358																
VB		359	VB'	360																
	VC	361	VC'	362																
VD		363	VD'	364																
	VE	365	VE'	366																
VF		367	VF'	368																
	VG	369	VG'	370																
VH		371	VH'	372																
	VI	373	VI'	374																
VJ		375	VJ'	376																
	VK	377	VK'	378																
VL		379	VL'	380																
	VM	381	VM'	382																
VN		383	VN'	384																
	VO	385	VO'	386																
VP		387	VP'	388																
	VQ	389	VQ'	390																
VR		391	VR'	392																
	VS	393	VS'	394																
VT		395	VT'	396																
	VU	397	VU'	398																
VV		399	VV'	400																
	VW	401	VW'	402																
VX		403	VX'	404																
	VY	405	VY'	406																
VZ		407	VZ'	408																
	VA	409	VA'	410																
VB		411	VB'	412																
	VC	413	VC'	414																
VD		415	VD'	416																
	VE	417	VE'	418																
VF		419	VF'	420																
	VG	421	VG'	422																
VH		423	VH'	424																
	VI	425	VI'	426																
VJ		427	VJ'	428																
	VK	429	VK'	430																
VL		431	VL'	432																
	VM	433	VM'	434																
VN		435	VN'	436																
	VO	437	VO'	438																
VP		439	VP'	440																
	VQ	441	VQ'	442																
VR		443	VR'	444																
	VS	445	VS'	446																
VT		447	VT'	448																
	VU	449	VU'	450																
VV		451	VV'	452																
	VW	453	VW'	454																
VX		455	VX'	456																
	VY	457	VY'	458																
VZ		459	VZ'	460																
	VA	461	VA'	462																
VB		463	VB'	464																
	VC	465	VC'	466																
VD		467	VD'	468																
	VE	469	VE'	470																
VF		471	VF'	472																
	VG	473	VG'	474																
VH		475	VH'	476																
	VI	477	VI'	478																
VJ		479	VJ'	480																
	VK	481	VK'	482																
VL		483	VL'	484																
	VM	485	VM'	486																
VN		487	VN'	488																
	VO	489	VO'	490																
VP		491	VP'	492																
	VQ	493	VQ'	494																
VR		495	VR'	496																
	VS	497	VS'	498																
VT		499	VT'	500																
	VU	501	VU'	502																
VV		503	VV'	504																
	VW	505	VW'	506																
VX		507	VX'	508																
	VY	509	VY'	510																
VZ		511	VZ'	512																
	VA	513	VA'	514																
VB		515	VB'	516																
	VC	517	VC'	518																
VD		519	VD'	520																
	VE	521	VE'	522																
VF		523	VF'	524																
	VG	525	VG'	526																
VH		527	VH'	528																
	VI																			

9					A	B					C	E						
OUT1						备用 SW11	SW1					备用YQ	YQ					
FXL-1	902	FXL-1	901	相互闭锁		A插件为所有位置继电器	KKJ、TWJ1公共	B02	正电源	B01		公共	或重动继电器插件	I 母常闭	E02	I 母常开	E01	电 压 切 换
BSJ-1	904	信号公共	903	中央信号	HWJ1 公共		B04	TWJ2、HWJ2公共	B03	II 母常闭	E04			II 母常开	E03			
XHJ-1	906	BJJ-1	905	遥信	TWJ3公共		B06	中央公共	B05	2YQJ-1	E06			1YQJ-1	E05			
远动公共	908	XTJ-1	907			B08		B07	1YQJ-1	E08	YQJ-1	E07						
HJ-1	910	远动公共	909		气压低	B10	负电源	B09	YQJ-1	E10	2YQJ-1	E09						
TJ-1	912	BSJ-2	911		手合	B12	合闸线圈	B11	2YQJ-2	E12	1YQJ-2	E11						
FXL-2	914	BJJ-2	913	事件记录合闸备用	手跳	B14	TWJ负	B13	1YQJ-2	E14	YQJ-2	E13						
HJ-2	916	FXL-2	915	过负荷报警	保护跳闸	B16	HWJ 负	B15	YQJ-2	E16	2YQJ-2	E15						
GFH-1	918	HJ-2	917		重合闸	B18	跳闸线圈	B17	2YQJ-3	E18	1YQJ-3	E17						
GFH-2	920	GFH-1	919	合闸	TWJ-1	B20	KKJ	B19	1YQJ-3	E20	YQJ-3	E19						
HJ-3	922	GFH-2	921		HWJ-2	B22	HWJ-1	B21	YQJ-3	E22	2YQJ-3	E21						
TJ-2	924	HJ-3	923	跳闸1	TWJ-2	B24	TWJ-3	B23	2YQJ-4	E24	1YQJ-4	E23						
TJ-3	926	TJ-2	925	跳闸2	HWJ-3	B26	TYJ	B25	失压	E26	YQJ-4	E25	中央信号					
TJ-4	928	TJ-3	927	跳闸备用	TWJ-4	B28	HYJ	B27	中央公共	E28	同时动作	E27						
	930	TJ-4	929		跳压低	B30	合压低	B29	操作回路	负电源	E30		E29					

图 4.3.1 端子定义图（背视）

4.4 输出接点

输出接点如图 4.4.1所示。

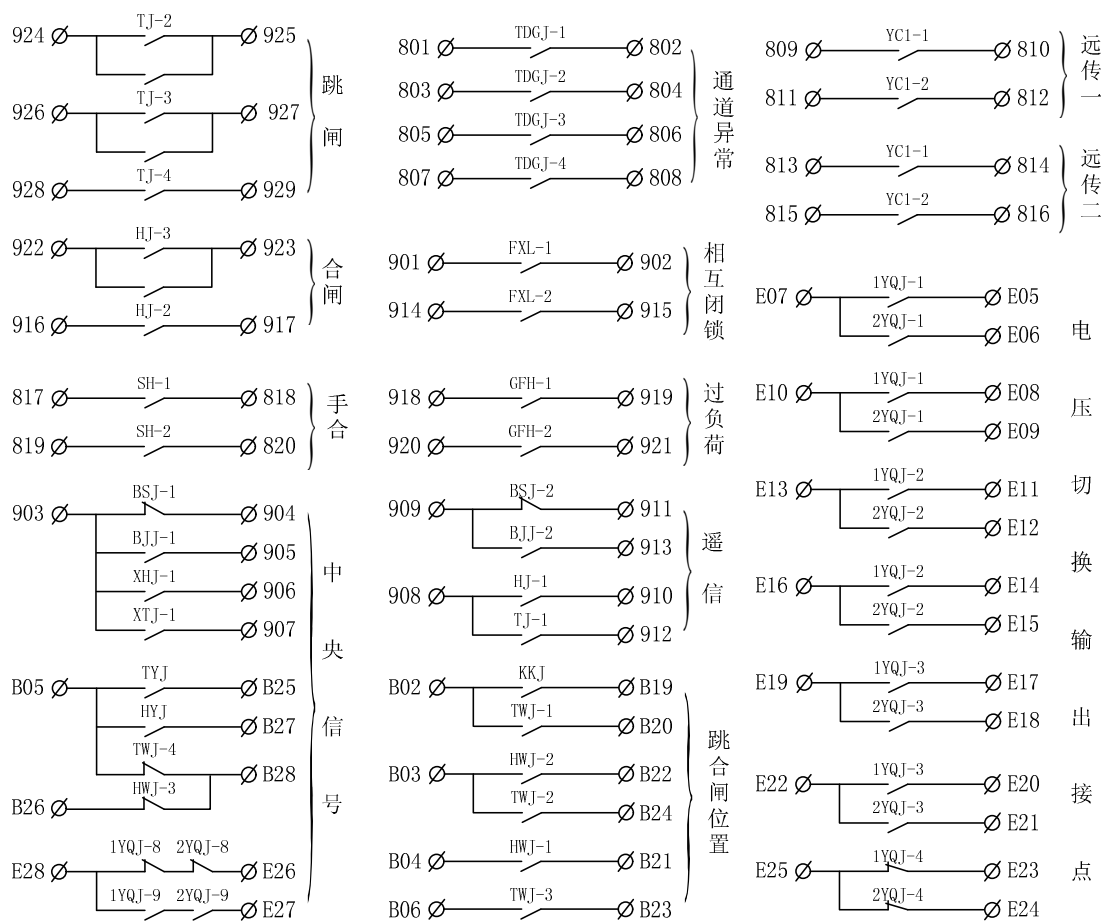


图 4.4.1 输出接点图

4.5 结构与安装

装置采用 4U 标准机箱，用嵌入式安装于屏上。机箱结构和屏面开孔尺寸分别见图 4.5.1、图 4.5.2。

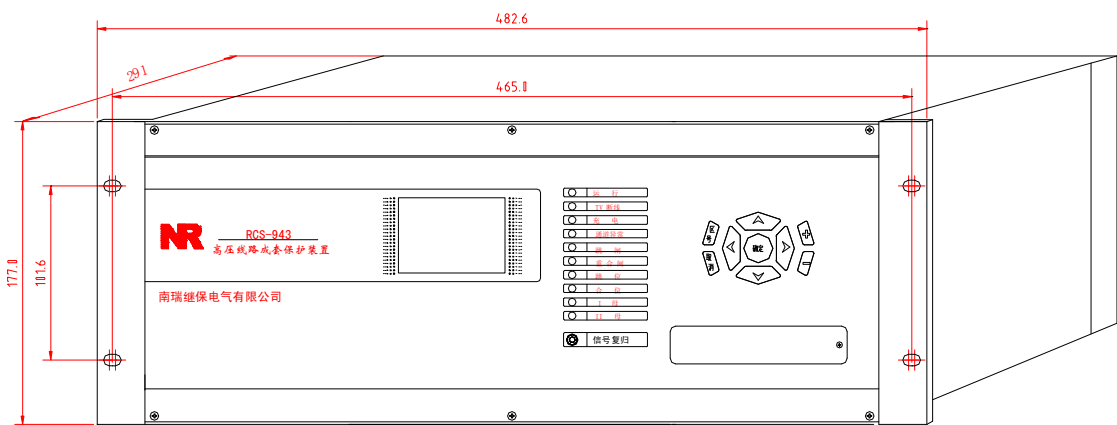


图 4.5.1 机箱结构图及屏面开孔图

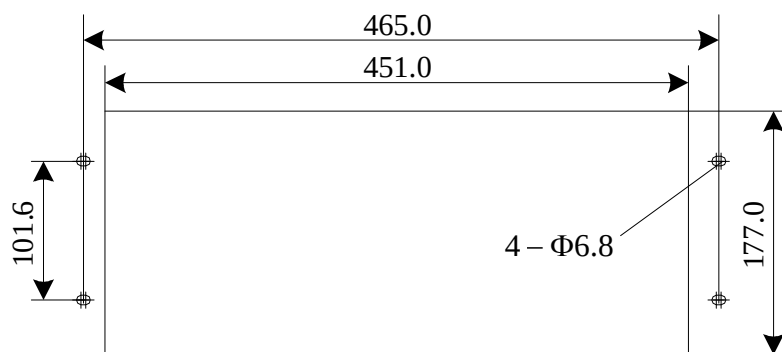


图 4.5.2 机箱结构图及屏面开孔图

4.6 各插件原理说明

组成装置的插件有：电源插件（DC）、交流插件（AC）、低通滤波器（LPF），CPU 插件（CPU）、通信插件（COM）、24V 光耦插件（OPT）、跳闸出口插件（OUT）、操作回路插件（SWI）、电压切换插件（YQ）、显示面板（LCD）。

具体硬件模块图见图 4.6.1。

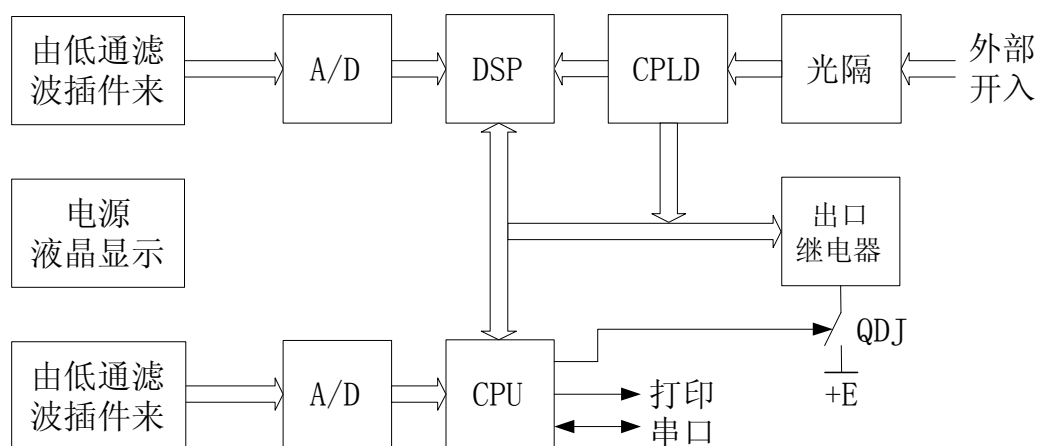


图 4.6.1 硬件模块图

4.6.1 电源插件（DC）

从装置的背面看，第一个插件为电源插件，如图 4.6.2(A)所示：

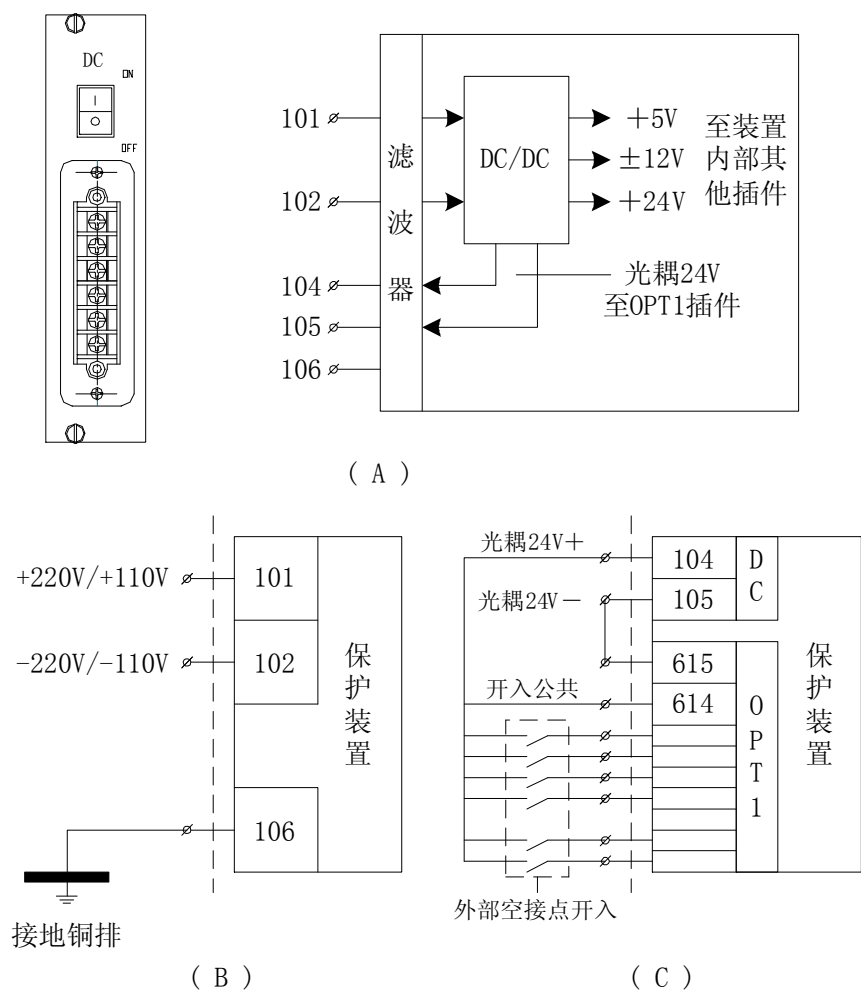


图 4.6.2 电源插件原理及输入接线图

保护装置的电源从 101 端子（直流电源 220V/110V+ 端）、102 端子（直流电源 220V/110V- 端）经抗干扰盒、背板电源开关至内部 DC/DC 转换器，输出 +5V、±12V、+24V（继电器电源）给保护装置其它插件供电；另外经 104、105 端子输出一组 24V 光耦电源，其中 104 为光耦 24V+，105 为光耦 24V-。

输入电源的额定电压有 220V 和 110V 两种，订货时请注明，投运时请检查所提供电源插件的额定输入电压是否与控制电源电压相同，电源输入连接如图 4.6.2 (B)。

光耦电源的连接如图 4.6.2 (C)，电源插件输出光耦 24V-（105 端子），经外部连线直接接至 OPT 插件的光耦 24V-（615 端子）；输出光耦 24V+（104 端子）接至屏上开入公共端子；为监视开入 24V 电源是否正常，需从开入公共端子或 104 端子经连线接至 OPT 插件的光耦 24V+（614 端子），其它开入的连接详见 OPT 插件。

4.6.2 交流输入变换插件 (AC)

交流输入变换插件 (AC) 与系统接线图如下:

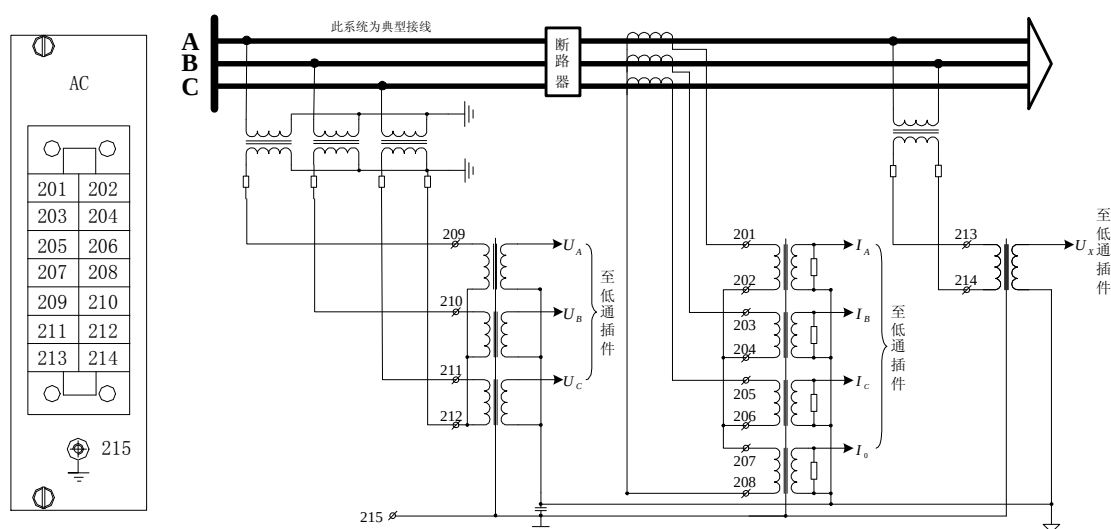


图 4.6.3 交流输入变换插件与系统接线图

I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_0 ，分别为三相电流和零序电流输入，值得注意的是：虽然保护中零序方向、零序过流元件均采用自产的零序电流计算，但是零序电流起动元件仍由外部的输入零序电流计算，因此如果零序电流不接，则所有与零序电流相关的保护均不能动作，如纵联零序方向、零序过流等，电流变换器的线性工作范围为 $30 I_N$ 。

U_A 、 U_B 、 U_C 为三相电压输入，额定电压为 $100/\sqrt{3}\text{V}$ ； U_X 为重合闸中检无压、检同期元件用的电压输入，额定电压为 100V 或 $100/\sqrt{3}\text{V}$ ，当输入电压小于 30V 时，检无压条件满足，当输入电压大于 40V 时，检同期中有压条件满足；如重合闸不投或不检重合，则该输入电压可以不接。如果重合闸投入且使用检无压或检同期方式（由定值中重合闸方式整定），则装置在正常运行时检查该输入电压是否大于 40V ，若小于 40V ，经 10s 延时报线路 TV 断线告警，BJJ 继电器动作。正常运行时测量 U_X 与 U_A 之间的相位差，与定值中的固定角度差定值比较，若两者的角度差大于 10° ，则经 500ms 报“角差整定异常”告警。

215 端子为装置的接地点，应将该端子接至接地铜排。

交流插件中三相电流和零序电流输入，按额定电流可分为 1A 、 5A 两种，订货时请注明，投运前注意检查。

4.6.3 低通滤波插件 (LPF)

本插件无外部连线，其主要作用是：(1) 滤除高频信号，(2) 电平调整，(3) 为利用本公司的专用试验仪 (HELP-90A) 测试创造条件。

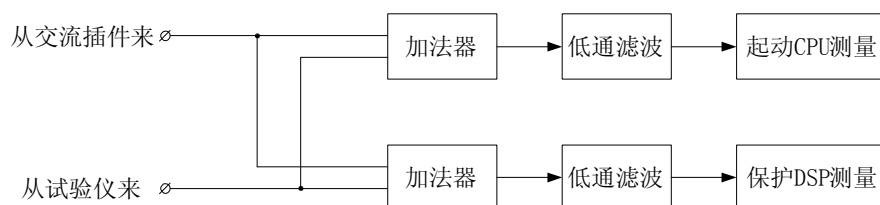


图 4.6.4 低通滤波原理图

由上图可见，CPU 与 DSP 采样从有源元件开始就完全独立，因此保证了任一器件损坏不致于引起保护误动。试验输入由装置前面板的 DB15 插座引入。

4.6.4 CPU 插件（CPU）

该插件是装置核心部分，由单片机（CPU）和数字信号处理器（DSP）组成，CPU 完成装置的总起动元件和人机界面及后台通信功能，DSP 完成所有的保护算法和逻辑功能。装置采样率为每周波 24 点，在每个采样点对所有保护算法和逻辑进行并行实时计算，使得装置具有很高的固有可靠性及安全性。

起动 CPU 内设总起动元件，起动后开放出口继电器的正电源，同时完成事件记录及打印、保护部分的后台通信及与面板通信；另外还具有完整的故障录波功能，录波格式与 COMTRADE 格式兼容，录波数据可单独从串口输出或打印输出。

CPU 插件还带有光端机，它通过 64Kb/s（或 2048kbit/s）高速数据通道（专用光纤或复用 PCM 设备），用同步通信方式与对侧交换电流采样值和信号。

4.6.5 通信插件（COM）

通信插件的功能是完成与监控计算机或 RTU 的连接，有六种型号可选：

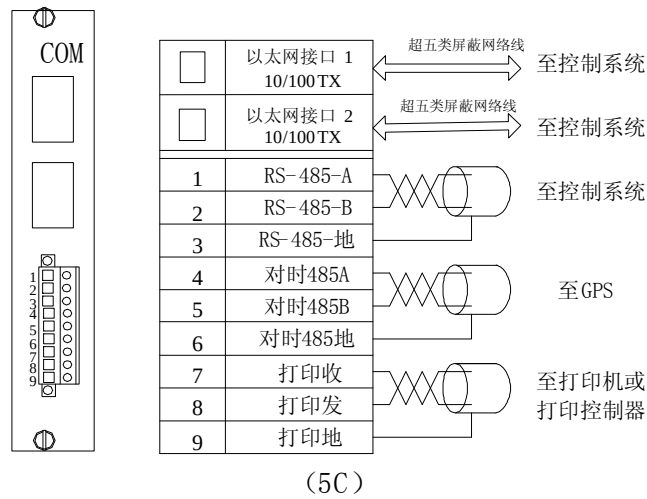
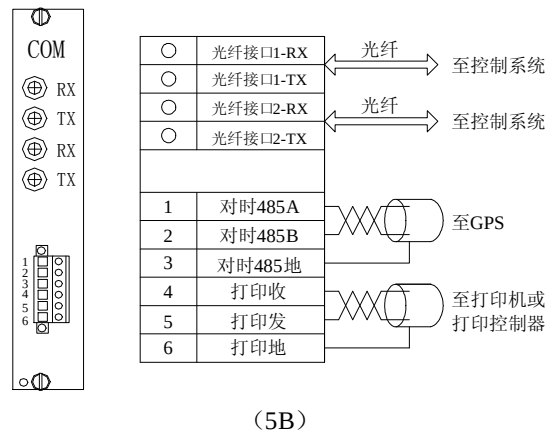
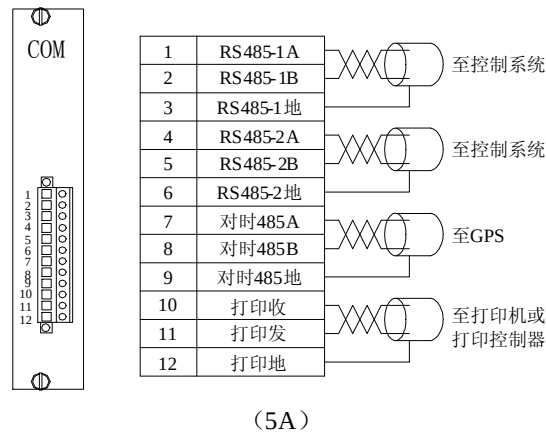
	接口 1		接口 2		接口 3		接口 4		接口 5	
	类型	物理层	类型	物理层	类型	物理层	类型	物理层	类型	物理层
5A	RS485	双绞线	RS485	双绞线						
5B	RS485	光纤	RS485	光纤						
5C	以太网	绞线	以太网	绞线	RS485	双绞线				
5D	以太网	10/100M 光纤	以太网	10/100M 光纤	RS485	双绞线				
5E	以太网	绞线	以太网	绞线	以太网	绞线	以太网	绞线	RS485	双绞线
5F	RS485	双绞线	RS485	双绞线	RS485	双绞线	RS485	双绞线		

注：表中“绞线”指超五类屏蔽网络线

上表中所有接口均支持 IEC60870-5-103 规约，其中 5E 插件的以太网插件还支持 IEC61850 规约。六种插件的背板端子及外部接线图如图 4.6.5。

所有型号的插件均设置了一个用于对时的 RS485 接口，该接口只接收 GPS 发送的秒脉冲信号，不向外发送任何信号。

所有型号的插件还设置了一个用于打印的 RS485 或 RS232 接口，通过整定控制字选择接口方式，如选用 RS232 方式，控制字“网络打印方式”设为“0”，同时将该插件上相应的端子短接于 232 位置，如选用 RS485 方式，控制字“网络打印方式”设为“1”，同时将该插件上相应的端子短接于 485 位置。与打印机通信的波特率应于打印机整定为一一致。



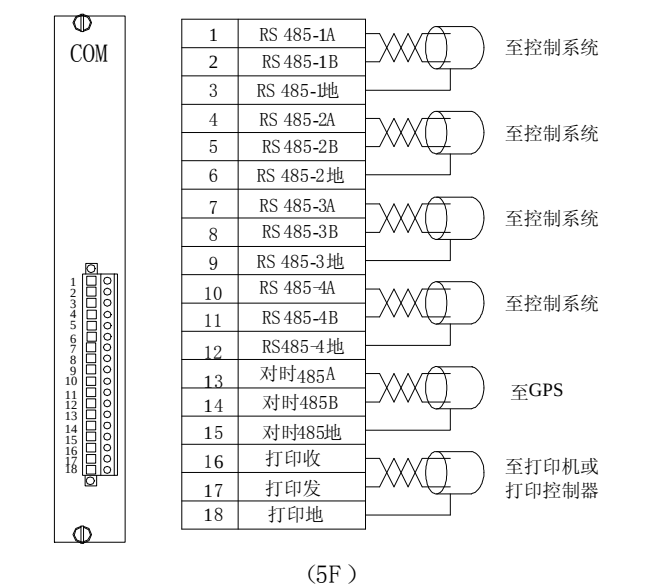
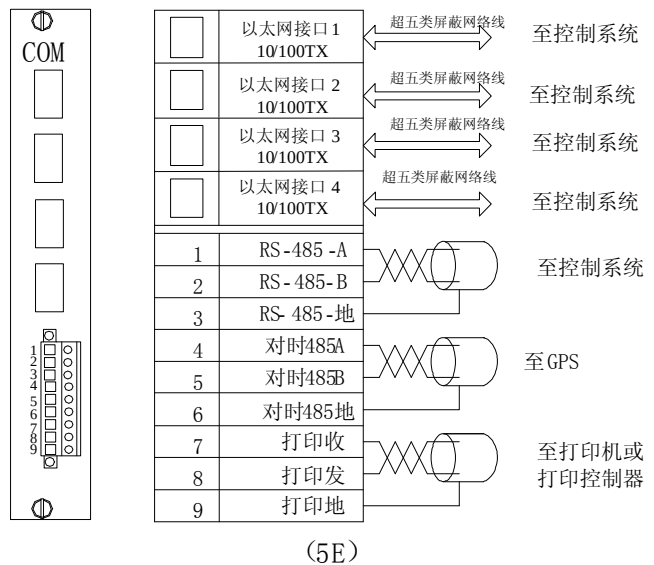
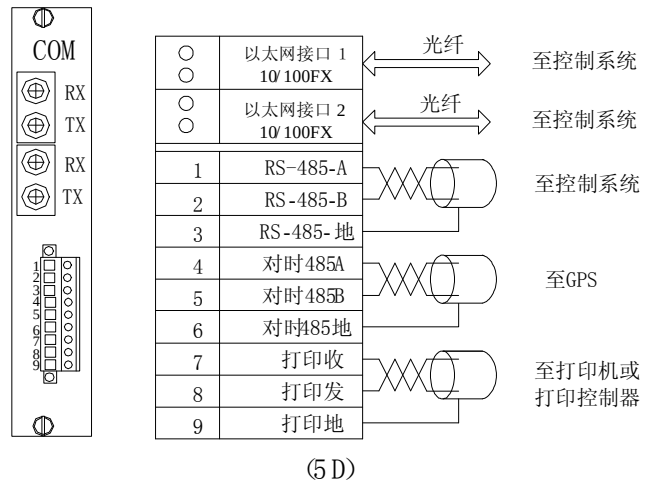


图 4.6.5 通信插件背板端子及外部接线图

4.6.6 24V 光耦插件（OPT）

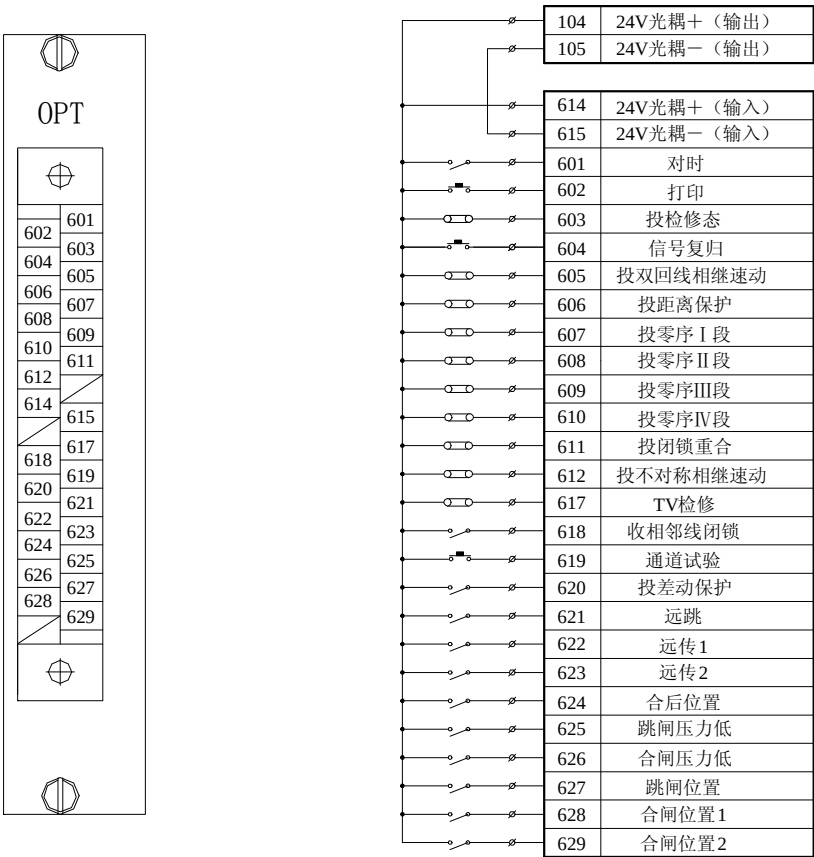


图 4.6.6 光耦插件背板端子及外部接线图

电源插件输出的光耦 24V 电源，其正端（104 端子）应接至屏上开入公共端，其负端（105 端子）应与本板的 24V 光耦负（615 端子）直接相连；另外光耦 24V 正应与本板的 24V 光耦正（614 端子）相连，以便让保护监视光耦开入电源是否正常。

601 端子是对时输入，用于接收 GPS 或其它对时装置发来的秒脉冲接点或光耦信号，输入的信号必须是无源的，如下图所示，开入导通时的电流约 3~5mA，推荐使用 RS-485 总线对时方式（参见通信插件说明），这两种对时方式实际使用时只能选用一种，若用总线对时方式，该输入不接。

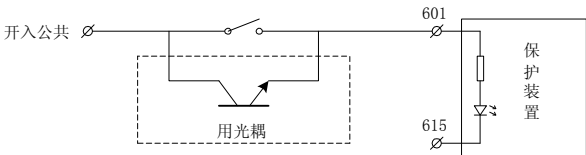


图 4.6.7 对时输入接点示意图

602 端子是打印输入，用于手动起动打印最新一次动作报告，一般在屏上装设打印按钮。装置通过整定控制字选择自动打印或手动打印，当设定为自动打印时，保护一有动作报告即向打印机输出，当设定为手动打印时，则需按屏上的打印按钮打印。

603 端子是投检修态输入，他的设置是为了防止在保护装置进行试验时，有关报告

经 IEC60870-5-103 规约接口向监控系统发送相关信息，而干扰调度系统的正常运行，一般在屏上设置一投检修态压板，在装置检修时，将该压板投上，在此期间进行试验的动作报告不会通过通信口上送，但本地的显示、打印不受影响；运行时应将该压板退出。

604 端子是信号复归输入，用于复归装置的磁保持信号继电器和液晶的报告显示，一般在屏上装设信号复归按钮。信号复归也可以通过通信进行远方复归。

605~612, 617, 620 端子为保护功能模块的投退压板。

618, 619 端子仅在双回线时有效，618 端子是收相邻线闭锁输入，619 端子是起动通道试验输入，用于双回线手动起动发相邻线闭锁信号通道交换，一般在屏上设置通道试验按钮。

621 端子定义为远跳；主要为其它装置提供通道切除线路对侧开关，如本侧母差保护动作，跳闸信号经远跳，结合“远跳受起动控制”可直接或经对侧起动控制，跳对侧开关。

622, 623 端子定义为远传 1, 远传 2；只是利用通道提供简单的接点传输功能，典型应用如本侧母差保护动作，跳闸信号经远传 1 (2)，结合对侧就地判据跳对侧开关。

624~629 端子为操作回路的输入输出接点，它们仅在不使用本装置的 SWI 插件时有效，不推荐使用。

624 端子为合后位置接点输入，带自保持功能，由操作回路提供，用于重合闸起动判别。

625 端子是跳闸压力输入，由操作回路提供。

626 端子是合闸压力输入，由操作回路提供，经延时后使重合闸放电。

627 端子为跳闸位置继电器接点输入，位置接点的作用是：(1) 重合闸用；(2) 判别线路是否处于运行状态；(3) TV 三相失压且线路无流时，看开关是否在合闸位置，若是则经 1.25 秒报 TV 断线。

628、629 端子为合闸位置继电器接点输入，由操作回路提供。两者任一开入，则认为开关在合闸状态。

4.6.7 继电器出口插件 (OUT1)

本插件提供输出空接点，如下图所示：

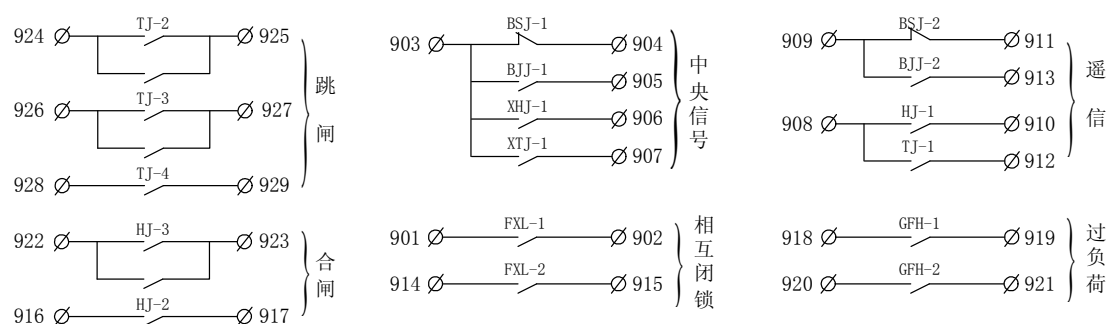


图 4.6.8 OUT1 插件接点输出图

BSJ 为装置故障告警继电器，其输出接点 BSJ-1、BSJ-2 均为常闭接点，装置退出运行如装置失电、内部故障时均闭合。

BJJ 为装置异常告警继电器，其输出接点 BJJ-1、BJJ-2 为常开接点，装置异常如 TV 断线、TWJ 异常、CT 断线等，仍有保护在运行时，发告警信号，BJJ 继电器动作，接点闭合。

XTJ、XHJ 分别为跳闸和重合闸信号磁保持继电器，保护跳闸时 XTJ 继电器动作并保持，重合闸时 XHJ 继电器动作并保持，需按信号复归按钮或由通信口发远方信号复归命令才返回。

FXL 为双回线的相互闭锁继电器，其输出接点 FXL-1、FXL-2 均为常开接点。当本线路Ⅲ段距离元件动作时接点闭合。

GFH 为过负荷报警继电器，输出接点 GFH-1、GFH-2 均为常开接点。该接点根据现场需要由用户接入外回路告警回路，也可直接接跳闸回路出口跳闸。

TJ、HJ 为跳闸出口接点和重合闸出口接点，均为瞬动接点；用 TJ-2 和 HJ-3 去起动操作回路的跳合线圈，其它供作遥信、故障录波起动、失灵用。如果断路器有两个跳闸线圈，则用 TJ-3 去起动操作回路的第二个跳圈。

4.6.8 继电器出口 1 插件（OUT2）

OUT2 插件输出接点如下图所示：

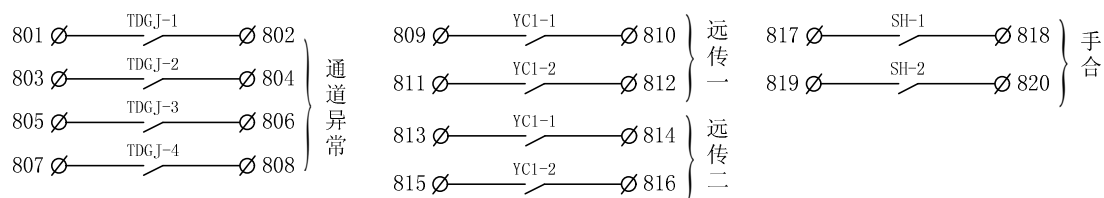


图 4.6.9 OUT2 插件接点输出图

装置收不到对侧信号，信号传送过程中帧异常，两侧装置与通道相关的定值有误（装置地址、主机方式、专用光纤、通道自环试验等），或者通道误码率过高（大于千分之一）都可能引起差动保护不能正常工作，此时装置报通道异常，4 组通道异常常开接点闭合。

通道正常，对侧远传 1（2）开入，对应的本侧远传一（二）2 组常开接点闭合。母差保护动作，跳闸信号可经远传 1（2），结合对侧就地判据跳对侧开关。

为满足手合检同期的要求，本插件提供两副手合允许输出接点，SH 为手合允许继电器，其输出接点为常开接点，手合允许时（包括不检、检无压、检同期方式条件满足）接点闭合。

4.6.9 操作回路插件 (SWI)

SWI 插件原理及输出接点如下图所示：

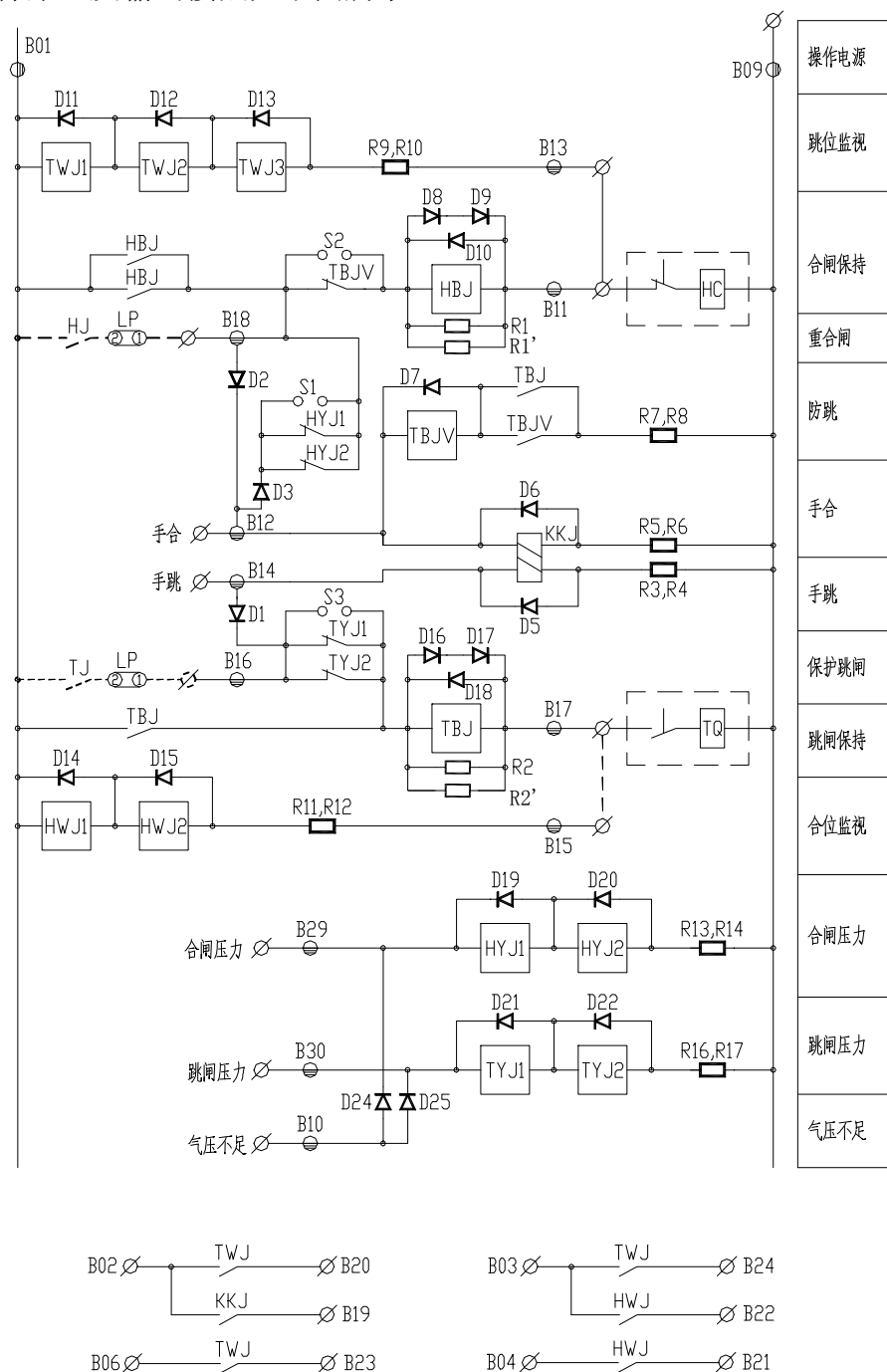


图 4.6.10 SWI 插件原理及接点输出图

保护开入部分直接由操作回路引入跳闸位置、合后位置 KK、合闸压力 HYJ 合跳闸压力 TYJ 的弱电信号，其+5V 电源即为保护的电源。图中 KKJ 为磁保持继电器，合闸时该继电器动作并磁保持，仅手跳该继电器才复归，保护动作或开关偷跳该继电器不复归，因此其输出接点为合后 KK 位置接点。用本装置的操作回路，就不需要从 KK 把手取合后 KK 位置。也适应了无控制屏的无人值守变电站的要求。

断路器操作回路中跳合闸直流电流保持回路，可根据现场断路器跳合闸电流大小选择相应的并联电阻 (R1'，R2'，跳合电流小于等于 4A 时可不并)。

4.6.10 电压切换回路 (YQ)

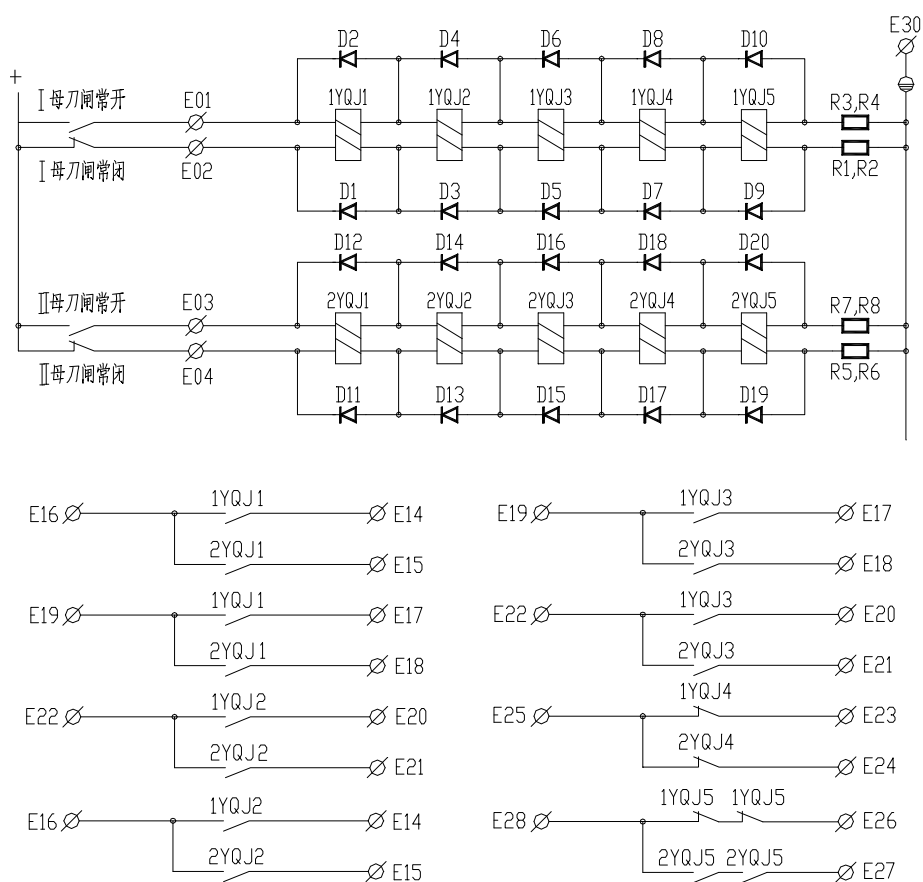


图 4.6.11 电压切换插件原理及接点输出图

所有 YQJ 为磁保持继电器，如现场不需磁保持，订货时请注明。

4.6.11 显示面板 (LCD)

显示面板单设一个单片机，负责汉字液晶显示、键盘处理，通过串口与 CPU 交换数据。

显示面板还提供一个与 PC 机或 HELP-90A 通信的接口（9 芯），一个调试用模拟量输入端子（15 芯）。

5 定值内容及整定说明

装置定值包括装置参数、保护定值、压板定值和 IP 地址。所有 RCS-943 系列线路保护的装置参数均相同。

5.1 装置参数及整定说明

序号	定 值 名 称	定 值 范 围	整 定 值
1	定值区号	0~29	
2	通信地址	0~254	
3	串口 1 波特率	4800, 9600, 19200, 38400	
4	串口 2 波特率	4800, 9600, 19200, 38400	
5	打印波特率	4800, 9600, 19200, 38400	
6	调试波特率	4800, 9600	
7	系统频率	50, 60Hz	
8	电压一次额定值	10~110kV	
9	电压二次额定值	57.74V	
10	电流一次额定值	100~65535A	
11	电流二次额定值	1, 5A	
12	厂站名称		
13	网络打印	0, 1	
14	自动打印	0, 1	
15	规约类型	0, 1	
16	分脉冲对时	0, 1	
17	可远方修改定值	0, 1	
18	103 规约有 INF	0, 1	

1. 定值区号：保护定值有 30 套可供切换，装置参数不分区，只有一套定值；
2. 通信地址：指后台通信管理机与本装置通信的地址；
3. 串口 1 波特率、串口 2 波特率、打印波特率、调试波特率：只可在所列波特率数值中选其一数值整定；
4. 系统频率：为一次系统频率，请整定为 50Hz；
5. 电压一次额定值：为一次系统中电压互感器原边的额定相电压值；
6. 电压二次额定值：为一次系统中电压互感器副边的额定相电压值；
7. 电流一次额定值：为一次系统中电流互感器原边的额定相电流值；
8. 电流二次额定值：为一次系统中电流互感器副边的额定相电流值；
9. 厂站名称：可整定汉字区位码（12 位），或 ASCII 码（后 6 位），装置将自动识别，此定值仅用于报文打印。
10. 自动打印：保护动作后需要自动打印动作报告时置为“1”，否则置为“0”；
11. 网络打印：需要使用共享打印机时置为“1”，否则置为“0”。使用共享打印机指的是多套保护装置共用一台打印机打印输出，这时打印口应设置为 RS-485 方式（参见 4.6.5 通信插件说明），经专用的打印控制器接入打印机；而使用本地打印机时，应设置为 RS-232 方式，直接接至打印机的串口。
12. 规约类型：当采用 IEC60870-5-103 规约置为“0”，采用 LFP 规约置为“1”。
13. 分脉冲对时：当采用分脉冲对时置为“1”，秒脉冲对时置为“0”。
14. 可远方修改定值：允许后台修改装置的定值时置为“1”，否则置为“0”。

15. 103 规约有 INF：固定置“1”。

5.2 保护定值及整定说明

5.2.1 保护定值列表

保护的所有定值均按二次值整定，定值范围中 I_n 为 1 或 5，分别对应于二次额定电流为 1A 或 5A。

各保护型号的定值按各自的序号排列，表格中斜线项表示该保护型号无此项定值。如 RCS-943A 型保护共 50 个数字定值和 32 个控制字定值。

保 护 型 号		定 值 名 称	单 位	定 值 范 围
A/D/AZ (M)	AQ (M)			
1	1	电流变化量起动值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
2	2	零序起动电流	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
3	3	负序起动电流	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
4	4	TA 变比系数		0.25~1.00
5	5	差动电流高定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
6	6	差动电流低定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
7	7	TA 断线差流定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
8	8	零序补偿系数	A	0~2
9	9	振荡闭锁过流	A	$0.8 \sim 2.2A \times I_n$
10	10	接地距离 I 段定值	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
11	11	距离 I 段时间	S	0~25S
12	12	接地距离 II 段定值	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
13	13	接地距离 II 段时间	S	0.01~25S
14	14	接地距离 III 段定值	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
15	15	接地 III 段四边形	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
16	16	接地距离 III 段时间	S	0.01~25S
17	17	相间距离 I 段定值	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
18	18	相间距离 II 段定值	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
19	19	相间距离 II 段时间	S	0.01~25S
20	20	相间距离 III 段定值	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
21	21	相间 III 段四边形	Ω	$0.05 \sim 200 \Omega / I_n$
22	22	相间距离 III 段时间	S	0.01~25S
23	23	正序灵敏角	$^{\circ}$	$45^{\circ} \sim 89^{\circ}$
24	24	零序灵敏角	$^{\circ}$	$45^{\circ} \sim 89^{\circ}$
25	25	接地距离偏移角	$^{\circ}$	$0^{\circ}, 15^{\circ}, 30^{\circ}$
26	26	相间距离偏移角	$^{\circ}$	$0^{\circ}, 15^{\circ}, 30^{\circ}$
27	27	零序过流 I 段定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
28	28	零序过流 I 段时间	S	0~25S
29	29	零序过流 II 段定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
30	30	零序过流 II 段时间	S	0.01~25S
31	31	零序过流 III 段定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
32	32	零序过流 III 段时间	S	0.5~25S
33	33	零序过流 IV 段定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
34	34	零序过流 IV 段时间	S	0.5~25S
35	35	零序过流加速段	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$
36	36	相电流过负荷定值	A	$0.1 \sim 30A \times I_n$

37	37	相电流过负荷时间	S	0~25S
38	38	TV 断线过流 I 段定值	A	0.1~30A × In
39	39	TV 断线过流 I 段时间	S	0.1~25S
40	40	TV 断线过流 II 段定值	A	0.1~30A × In
41	41	TV 断线过流 II 段时间	S	0.1~25S
42	42	固定角度差定值	°	0° ~ 359°
	43	检母线无压定值	V	5.00~60.00
	44	检线路无压定值	V	5.00~60.00
43	45	重合闸时间		0.1~25S
44	46	同期合闸角	S	0° ~ 90°
45	47	线路正序电抗	°	0.01~655.35Ω
46	48	线路正序电阻	Ω	0.01~655.35Ω
47	49	线路零序电抗	Ω	0.01~655.35Ω
48	50	线路零序电阻	Ω	0.01~655.35Ω
49	51	线路总长度	Ω	0~655.35kM
50	52	线路编号	kM	0~65535
保 护 型 号		运行方式控制字 SW(n)	“1”表示投入 “0”表示退出	
A/D/AQ(M)	AZ(M)			
1	1	投纵联差动保护	0, 1	
2	2	TA 断线闭锁差动	0, 1	
3	3	主机方式	0, 1	
4	4	专用光纤	0, 1	
5	5	通道自环试验	0, 1	
6	6	远跳受本侧控制	0, 1	
7	7	投振荡闭锁	0, 1	
8	8	投 I 段接地距离	0, 1	
9	9	投 II 段接地距离	0, 1	
10	10	投 III 段接地距离	0, 1	
11	11	投 I 段相间距离	0, 1	
12	12	投 II 段相间距离	0, 1	
13	13	投 III 段相间距离	0, 1	
14	14	重合加速 II 段距离	0, 1	
15	15	重合加速 III 段距离	0, 1	
16	16	双回线相继速动	0, 1	
17	17	不对称相继速动	0, 1	
18	18	投 I 段零序方向	0, 1	
19	19	投 II 段零序方向	0, 1	
20	20	投 III 段零序方向	0, 1	
21	21	投 IV 段零序方向	0, 1	
22	22	投相电流过负荷	0, 1	
23	23	投重合闸	0, 1	
24	24	投检同期方式	0, 1	
	25	投保护起动重合	0, 1	
25	26	检线无压母有压	0, 1	
26	27	检母无压线有压	0, 1	
27	28	检线无压母无压	0, 1	
28	29	投重合闸不检	0, 1	
29	30	TV 断线留零 I 段	0, 1	
30	31	TV 断线闭锁重合	0, 1	
31	32	III 段及以上闭重	0, 1	
32	33	多相故障闭重	0, 1	

5.2.2 RCS-943 保护定值整定说明

1. 电流变化量起动值：按躲过正常负荷电流波动最大值整定，一般整定为 $0.2I_n$ 。对于负荷变化剧烈的线路（如电气化铁路、轧钢、炼铝等），可以适当提高定值以免装置频繁起动，定值范围为 $0.1I_n \sim 30I_n$ 。
2. 零序起动电流：按躲过最大零序不平衡电流整定，定值范围为 $0.1I_n \sim 30I_n$ 。
3. 负序起动电流：按躲过最大负序不平衡电流整定，定值范围为 $0.1I_n \sim 30I_n$ 。
4. TA 变比系数：将电流一次额定值大的一侧整定为 1，小的一侧整定为本侧电流一次额定值与对侧电流一次额定值的比值，与两侧的电流二次额定值无关。例如：本侧一次电流互感器变比为 1250/5，对侧变比为 2500/1，则本侧 TA 变比系数整定为 0.5，对侧整定为 1.00。
5. 差动电流高定值：按不小于 4 倍的电容电流整定；一般而言，应按不小于 0.2 倍额定电流整定，根据区内故障短路电流校验其灵敏度。两侧应按一次电流相同整定。
6. 差动电流低定值：按不小于 1.5 倍的电容电流整定；一般按不小于 0.1 倍额定电流整定，根据最小运行方式下区内故障短路电流校验其灵敏度。
7. TA 断线差流定值：当 TA 不闭锁差动保护时，差动保护的動作值。
8. 零序补偿系数： $K = \frac{Z_{0L} - Z_{1L}}{3Z_{1L}}$ ，其中 Z_{0L} 和 Z_{1L} 分别为线路的零序和正序阻抗；建议采用实测值，如无实测值，则将计算值减去 0.05 作为整定值。
9. 振荡闭锁过流：按躲过线路最大负荷电流整定。
10. 接地距离 I 段定值：按全线路阻抗的 0.8~0.85 倍整定，对于有互感的线路，应适当减小。
11. 相间距离 I 段定值：按全线路阻抗的 0.8~0.9 倍整定。
12. 距离 I 段时间：接地和相间距离 I 段公用一个延时定值。
13. 距离 II、III 段的阻抗和时间定值按段间配合的需要整定，对本线末端故障有灵敏度。
14. 接地和相间四边形距离定值：不需要四边形距离继电器时定值整为与 III 段距离定值相同。
15. 正序灵敏角、零序灵敏角：分别按线路的正序、零序阻抗角整定。
16. 接地距离偏移角：为扩大测量过渡电阻能力，接地距离 I、II 段的特性圆可向第一象限偏移，建议线路长度 $\geq 40\text{km}$ 时取 0° ， $\geq 10\text{km}$ 时取 15° ， $< 10\text{km}$ 时取 30° 。
17. 相间距离偏移角：为扩大测量过渡电阻能力，相间距离 I、II 段的特性圆可向第一象限偏移，建议线路长度 $\geq 10\text{km}$ 时取 0° ， $\geq 2\text{km}$ 时取 15° ， $< 2\text{km}$ 时取 30° 。
18. 零序过流加速段：应保证线路末端接地故障有足够的灵敏度。
19. TV 断线相过流定值：仅在 TV 断线时自动投入。
20. 固定角度差定值：用于检无压或同期的方式，线路电压 UX 可接入相或相间电压，该定值指检同期时线路电压 UX 相对于母线电压 UA 的角度，典型的整定值如下表：

线路电压相别	A	B	C	AB	BC	CA
整定值（度）	0	240	120	30	270	150

21. 检母线无压定值：手合或重合闸检母线无压时的无压检定电压定值，建议整定为 30V（RCS-943AQ）。
22. 检线路无压定值：手合或重合闸检线路无压时的无压检定电压定值，建议整定为 30V（RCS-943AQ）。
23. 同期合闸角：检同期合闸方式时母线电压对线路电压的允许角度差。

24. 线路正序电抗、线路正序电阻、线路零序电抗、线路零序电阻：线路全长的参数（二次值），用于测距计算。
25. 线路总长度：按实际线路长度整定，单位为公里，用于测距计算。
26. 线路编号：按实际线路编号整定，打印报告时用。
27. 对于阻抗定值，即使某一元件不投，仍应按整定原则和配合关系整定，如四边形阻抗 $\geq$ Ⅲ段阻抗 $\geq$ Ⅱ段阻抗 $\geq$ Ⅰ段阻抗，Ⅱ段阻抗对本线末端故障有灵敏度；
28. 对于各零序电流定值，均应大于零序起动电流定值，且Ⅰ段零序电流定值 $\geq$ Ⅱ段零序电流定值 $\geq$ Ⅲ段零序电流定值 $\geq$ Ⅳ段零序电流定值；对于起动元件（电流变化量起动和零序电流起动、负序电流起动），线路两侧宜按一次电流定值相同折算至二次整定。
29. 对于 TV 断线过流定值，即使某一段不投，仍应按整定原则和配合关系整定，即 TV 断线过流Ⅰ段定值 $\geq$ TV 断线过流Ⅰ段定值。

5.2.3 RCS-943 运行方式控制字整定说明

1. “投纵联差动保护”：运行时将这个控制字置“1”，要将纵联保护退出，可通过退出屏上的主保护压板实现。
2. “TA 断线闭锁差动”：当 TA 发生断线时，若需闭锁差动保护，则将该控制字置为“1”，否则置为“0”。
3. “主机方式”：指装置运行在主机还是从机方式，两侧保护装置必须一侧为主机方式，另一侧为从机方式。
4. “专用光纤”：参见 3.3.8。
5. “通道自环试验”：当通道自环试验时，该控制字置“1”，正常运行时该控制字置“0”。
6. “远跳受起动控制”：当收到对侧的远跳信号时，若需本侧起动才开放跳闸出口，则需将该控制字置“1”，否则该控制字置“0”。不使用远跳功能时，建议将该控制字置“1”。
7. “投振荡闭锁”：当所保护的线路不会发生振荡时，该控制字置“0”，否则置“1”。
8. “投Ⅰ段接地距离”、“投Ⅱ段接地距离”、“投Ⅲ段接地距离”、“投Ⅰ段相间距离”、“投Ⅱ段相间距离”、“投Ⅲ段相间距离”：分别为三段接地距离和三段相间距离保护的投入控制字，置“1”时相应的距离保护投入，置“0”时退出。
9. “重合加速Ⅱ段距离”、“重合加速Ⅲ段距离”：当重合闸不可能出现系统振荡时投入，则重合时分别加速不受振荡闭锁控制的Ⅱ段或Ⅲ段距离保护。若上述控制字均不投（置“0”）则加速受振荡闭锁控制的Ⅱ段距离。
10. “双回线相继速动”：置“1”时该功能投入，否则退出，该控制字仅在双回线时投入有效。
11. “不对称相继速动”：置“1”时该功能投入，否则退出。
12. “投Ⅰ段零序方向”、“投Ⅱ段零序方向”、“投Ⅲ段零序方向”、“投Ⅳ段零序方向”：分别为四段零序过流元件的方向投入控制字，置“1”时相应的方向元件投入，置“0”时退出。
13. “投相电流过负荷”：置“1”时该功能投入，否则退出。
14. “投重合闸”：为本装置重合闸投入控制字，当重合闸长期不投时置“0”，一般应置“1”，参见重合闸逻辑部分。
15. “投保护起动重合”：为保护起动重合闸投退控制字。置“1”时投入保护起动重合闸功能；置“0”时退出保护起动重合闸功能，保护跳闸后放电闭锁重合闸。（RCS-943AZ）

16. “投检同期方式”、“检线无压母有压”、“检母无压线有压”、“检线无压母无压”、“投重合闸不检”：为重合闸方式控制字，重合闸不投时，这些控制字无效。
- “投检同期方式”：置“1”时投入重合闸检同期方式。当线路电压和三相母线电压均大于 40V 且线路电压和母线电压间的相位在整定范围内时，检同期条件满足。
- “检线无压母有压”：置“1”时投入重合闸检线路无压母线有压方式。当线路电压小于 30V 且无线路电压断线，同时三相母线电压均大于 40V 时，检线路无压母线有压条件满足。
- “检母无压线有压”：置“1”时投入重合闸检母线无压线路有压方式。当三相母线电压均小于 30V 且无母线 TV 断线，同时线路电压大于 40V 时，检母线无压线路有压条件满足。
- “检线无压母无压”：置“1”时投入重合闸检线路无压母线无压方式。当三相母线电压均小于 30V 且无母线 TV 断线，同时线路电压小于 30V 且无线路电压断线时，检线路无压母线无压条件满足。
- 上述控制字可单独使用，也可组合使用，如“检线无压母有压”、“检线无压母无压”同时投入即为“检线路无压方式”；“检母无压线有压”、“检线无压母无压”同时投入即为“检母线无压方式”；三者同时投入即为“检任一无压方式”；上述三者使用时可同时投入“投检同期方式”。
- 当采用手合允许继电器时，手合方式不受重合闸投入与否以及重合闸方式控制字的控制，固定投入检同期方式和检无压方式，即同期、线路无压、母线无压三者满足任一条件即输出手合接点。
17. “TV 断线留零 I 段”：为 TV 断线时是否保留零序 I 段的控制字，置“1”时在 TV 断线时仍保留零序 I 段。
18. “TV 断线闭锁重合闸”：为 TV 断线时是否闭锁重合闸控制字。置“1”在 TV 断线时重合闸放电。
19. “III 段及以上闭锁重合”：为 III 段及大于 III 段的保护动作时闭锁重合闸的控制字，置“1”时，III 段及大于 III 段的保护动作闭锁重合闸。
20. “多相故障闭重”：为两相及以上故障跳闸时是否闭锁重合闸控制字。置“1”在多相故障跳闸时重合闸放电。

5.3 压板定值

装置设有软压板功能，压板可通过定值投退（远方或就地）

序号	定 值 名 称	定 值 范 围	整 定 值
1	投差动保护压板	0, 1	
2	投距离保护压板	0, 1	
3	投零序 I 段压板	0, 1	
4	投零序 II 段压板	0, 1	
5	投零序 III 段压板	0, 1	
6	投零序 IV 段压板	0, 1	
7	不对称速动压板	0, 1	
8	双回线速动压板	0, 1	
9	投 TV 检修压板	0, 1	
10	投闭锁重合压板	0, 1	

1. “投差动保护压板”、“投距离保护压板”、“投零序 I 段压板”、“投零序 II 段压板”、“投零序 III 段压板”、“投零序 IV 段压板”、“不对称速动压板”、“双回线速动压板”、“投 TV 检修压板”（RCS-943AZ）这九个控制字和屏上硬压板为“与”的关系，当需要利用软压板功能时，必须投上硬压板，当不需软压板功能时，必须将这九个软压板整定为“1”。
2. “投闭锁重合压板”和屏上硬压板为“或”的关系，“投闭锁重合压板”置“1”时，任何故障闭锁重合闸，一般应置“0”。

注意：当无压板投入时（综合软硬压板），所有保护将退出。

5.4 IP 地址

该定值用于部分 COM 板通信的设置，各个通信口对应的定值如下表：

接口	装置参数		网络参数			
	串口 1 波特率	串口 2 波特率	IP 地址 1	IP 地址 2	IP 地址 3	IP 地址 4
5A	RS-485-1	RS-485-2	无用	无用	无用	无用
5B	光纤接收 1	光纤接收 2	无用	无用	无用	无用
5C	用于设置装置 CPU 板与 COM 板通信速率，请勿随意更改	RS-485	以太网接口 1	以太网接口 2	无用	无用
5D		RS-485	以太网接口 1	以太网接口 2	无用	无用
5E		RS-485	以太网接口 1	以太网接口 2	以太网接口 3	以太网接口 4
5F		RS-485-4	RS-485-1 RS-485-2 RS-485-3	无用	无用	无用

对于 5F 板，其前三个 485 口的串口波特率设置使用 IP 地址 1 的前三个数字，每个串口波特率设置对应如下：

001=4800bps

002=9600bps

003=19200bps

004=38400bps

005=57600bps

其它=9600bps

例如：IP 地址 1 整定为： 001. 002. 003. xxx，

表示第 1 个串口波特率为：4800，第 2 个串口波特率为：9600，第 3 个串口波特率为：19200。第 4 个串口波特率在装置参数的串口 2 波特率中设置。

串口波特率推荐使用 4800bps 或 9600bps。

6 使用说明

6.1 指示灯说明

	运 行
	TV 断线
	充 电
	通道异常
	跳 闸
	合 闸
	跳 位
	合 位
	I 母
	II 母
	信号复归

装置面板布置参见图 4.2.1，指示灯定义如左图所示。

“运行”灯为绿色，装置正常运行时点亮，装置闭锁时熄灭；

“TV 断线”灯为黄色，当发生电压回路断线时点亮；

“充电”灯为黄色，当重合充电完成时点亮；

“通道异常”灯为黄色，当通道故障或异常时点亮；

“跳闸”、“重合闸”灯为红色，当保护动作出口点亮，在“信号复归”后熄灭。

“跳位”灯为红色、“合位”灯为绿色，指示当前开关位置；“I 母”、“II 母”灯均为绿色，指示当前母线位置。

6.2 液晶显示说明

6.2.1 保护运行时液晶显示说明

装置上电后，正常运行时液晶屏幕将显示主画面，格式如下：

01-01	11:22:33	——	实时时钟
电 流	$I=000.01A$	——	三相平均值
电 压	$U=000.01V$	——	
定 值	区 号 01		重合充电标志
		——	当前定值区号

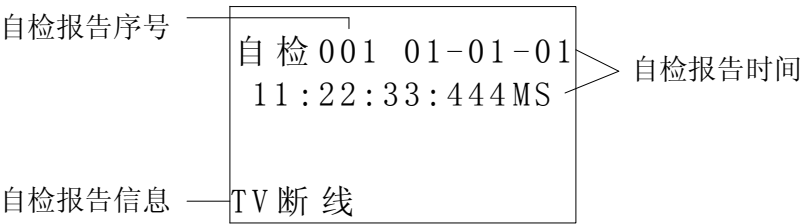
6.2.2 保护动作时液晶显示说明

本装置能存储 64 次动作报告，24 次故障录波报告，当保护动作时，液晶屏幕自动显示最新一次保护动作报告，当一次动作报告中有多多个动作元件时，所有动作元件及测距结果将滚屏显示，格式如下：



6.2.3 装置自检报告

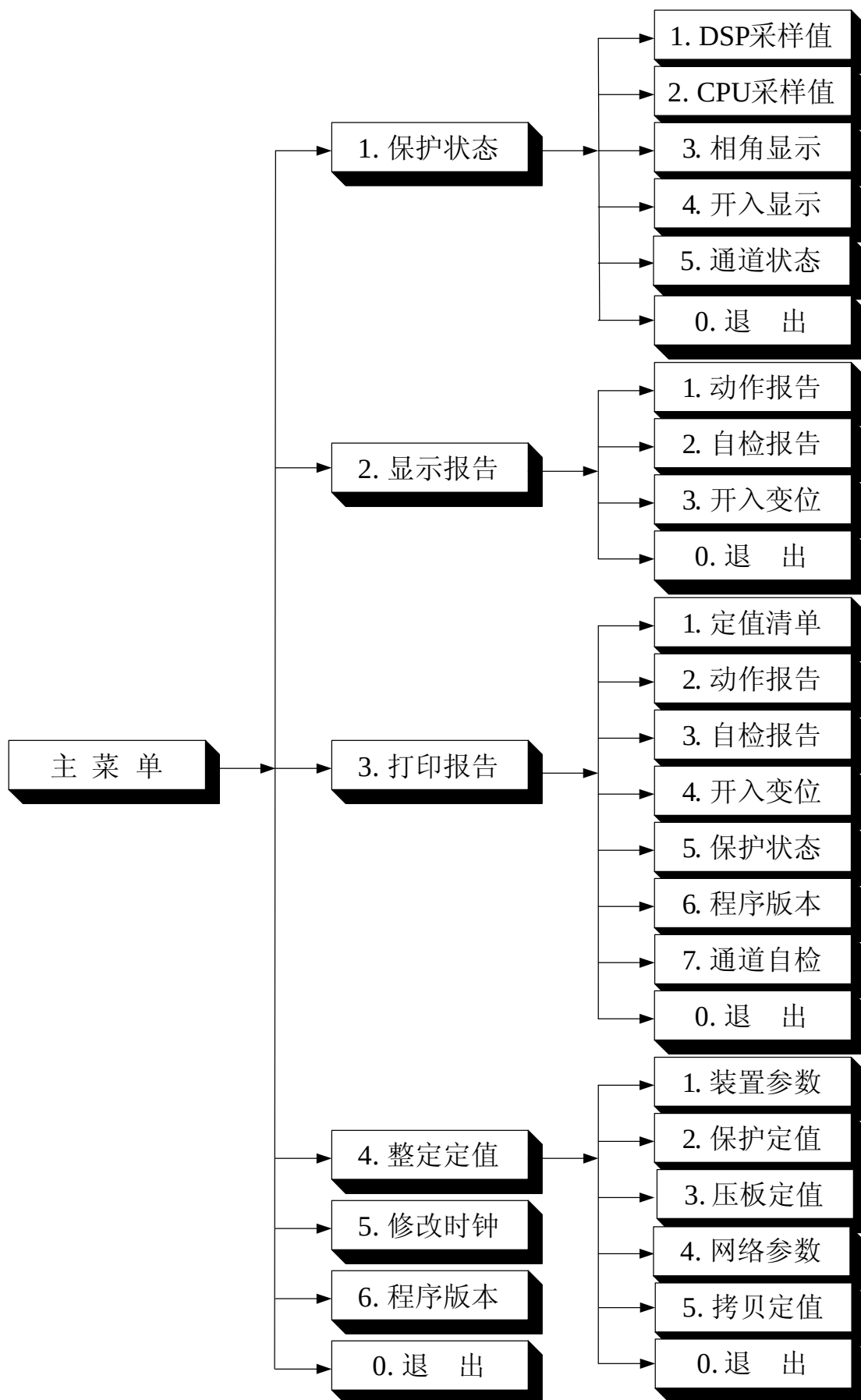
本装置能存储 64 次装置自检报告，保护装置运行中，硬件自检出错或系统运行异常将立即显示自检报告，当一次自检报告中有多多个出错信息时，所有自检信息将滚屏显示，格式如下：



按装置或屏上复归按钮可切换显示跳闸报告、自检报告和装置正常运行状态，除了以上几种自动切换显示方式外，保护还提供了若干命令菜单，供继电保护工程师调试保护和修改定值用。

6.3 命令菜单使用说明

在主画面状态下，按 ‘▲’ 键可进入主菜单，通过 ‘▲’、‘▼’ 、 ‘确认’ 和 ‘取消’ 键选择子菜单。命令菜单采用如下的树形目录结构：



6.3.1 保护状态

本菜单的设置主要用来显示保护装置电流电压实时采样值和开入量状态，它全面地反映了该保护运行的环境，只要这些量的显示值与实际运行情况一致，则保护能正常运行，本菜单的设置为现场人员的调试与维护提供了极大的方便。对于开入状态，‘1’表示投入或收到接点动作信号，‘0’表示未投入或没收到接点动作信号。

6.3.2 显示报告

本菜单显示保护动作报告，自检报告，及开入变位报告。由于本保护自带掉电保持，不管断电与否，它能记忆上述报告各 64 次。显示格式同上“液晶显示说明”，首先显示的是最新一次报告，按键‘▲’显示前一个报告，按键‘▼’显示后一个报告，按键‘取消’退出至上一级菜单。

6.3.3 打印报告

本菜单选择打印定值清单、动作报告、自检报告、压板变位、保护状态、程序版本。打印动作报告时需选择动作报告序号，动作报告中包括动作元件、动作时间、动作初始状态、开关变位、动作波形、对应保护定值等，其中动作报告记忆最新 64 次，故障录波只记忆最新 24 次。

6.3.4 整定定值

按键‘▲’、‘▼’用来滚动选择要修改的定值，按键‘◀’、‘▶’用来将光标移到要修改的那一位，‘+’和‘-’用来修改数据，按键‘取消’为不修改返回，按‘确认’键完成定值整定后返回。

整定定值菜单中的“拷贝定值”子菜单，是将“当前区号”内的“保护定值”拷贝到“拷贝区号”内，“拷贝区号”可通过‘+’和‘-’修改。

注：若整定出错，液晶会显示错误信息，需重新整定。另外，“系统频率”、“电流二次额定值”整定后，保护定值必须重新整定，否则装置认为该区定值无效。整定定值的口令为：键盘的‘+’、‘◀’、‘▲’、‘-’，输入口令时，每按一次键盘，液晶显示由‘.’变为‘*’，当显示四个‘*’时，方可按确认。

6.3.5 修改时钟

显示当前的日期和时间。

按键‘▲’、‘▼’、‘◀’、‘▶’用来选择，‘+’和‘-’用来修改。按键‘取消’为不修改返回，‘确认’为修改后返回。

6.3.6 程序版本

液晶显示程序版本、校验码以及程序生成时间。

6.3.7 修改定值区号

按键盘的‘区号’键，液晶显示‘当前区号’和‘修改区号’，按‘+’或‘-’来修改区号，按键‘取消’为不修改返回，按‘确认’键完成区号修改后返回。

6.4 装置运行说明

6.4.1 装置正常运行状态

装置正常运行时，“运行”灯应亮，所有告警指示灯（黄灯，“充电”灯除外）应不亮。

“合位”灯亮，“跳位”灯不亮，若采用本装置的电压切换回路，“I 母”、“II 母”两个指示灯应有一个亮，但不可两个同时亮。

按下“信号复归”按钮，复归所有跳闸、重合闸指示灯，并使液晶显示处于正常显示主画面。

6.4.2 装置异常信息含义及处理建议

序号	自检出错信息	含 义	处 理 建 议
1	存储器出错	RAM 芯片损坏，闭锁保护	通知厂家处理
2	程序出错	FLASH 内容被破坏，闭锁保护	通知厂家处理
3	定值出错	定值区内容被破坏，闭锁保护	通知厂家处理
4	采样数据异常	模拟输入通道出错，闭锁保护	通知厂家处理
5	跳合出口异常	出口三极管损坏，闭锁保护	通知厂家处理
6	直流电源异常	直流电源不正常，闭锁保护	通知厂家处理
7	DSP 定值出错	DSP 定值自检出错，闭锁保护	通知厂家处理
8	该区定值无效	装置参数中二次额定电流更改后，保护定值未重新整定	将保护定值重新整定
9	光耦电源异常	24V 或 220V 光耦正电源失去，闭锁保护	检查开入板的隔离电源是否接好
10	零序长期起动	零序起动超过 10 秒，发告警信号，不闭锁保护	检查电流二次回路接线
11	突变量长起动	突变量起动超过 10 秒，发告警信号，不闭锁保护	检查电流二次回路接线
12	TV 断线	电压回路断线，发告警信号，闭锁部分保护	检查电压二次回路接线
13	线路 TV 断线	线路电压回路断线，发告警信号	检查线路电压二次回路接线
14	TA 断线	电流回路断线，发告警信号，不闭锁保护	检查电流二次回路接线
15	TWJ 异常	TWJ=1 且该相有电流，或三相长期不一致，发告警信号，不闭锁保护	检查开关辅助接点
16	控制回路断线	TWJ 和 HWJ 都为 0，重合闸放电	检查开关辅助接点
17	角差整定异常	母线电压 UA 与线路电压 UX 的实际接线与固定角度差定值不符	检查线路电压二次回路接线
18	通道异常	光纤通道有误码，通道不通，定值中有关通道的部分整定不正确	检查与通道相关的部分
19	远跳异常	远跳长期开入	检查远跳开入

6.4.3 安装注意事项

1. 保护柜本身必须可靠接地，柜内设有接地铜排，须将其可靠连接到电站的接地网上。
2. 可能的情况下应采用屏蔽电缆，屏蔽层在开关场与控制室同时接地，各相电流线及其中性线应置于同一电缆内。
3. 电流互感器二次回路仅在保护柜内接地。

7 调试大纲

7.1 试验注意事项

1. 试验前请仔细阅读本试验大纲及有关说明书。
2. 尽量少拔插装置模件，不触摸模件电路，不带电插拔模件。
3. 使用的电烙铁、示波器必须与屏柜可靠接地。
4. 试验前应检查屏柜及装置在运输中是否有明显的损伤或螺丝松动。特别是 TA 回路的螺丝及连片。不允许有丝毫松动的情况。
5. 校对程序校验码及程序形成时间

7.2 交流回路校验

进入“保护状态”菜单中“DSP 采样值”子菜单，在保护屏端子上分别加入额定的电压、电流量，在液晶显示屏上显示的采样值应与实际加入量相等，其误差小于±5%。

7.3 输入接点检查

进入“保护状态”菜单中“开入状态”子菜单，在保护屏上分别进行各接点的模拟导通，在液晶显示屏上显示的开入量状态应有相应改变。

7.4 整组试验

试验前整定压板定值中的内部压板控制字“投闭锁重合压板”置 0，其它内部保护压板投退控制字均置 1，以保证内部压板有效，试验中仅靠外部硬压板投退保护。

试验时必须接入零序电流，在做反方向故障时，应保证所加故障电流 $I < U/Z_{ZD1}$ ， U 为额定电压， Z_{ZD1} 为阻抗 I 段定值。

7.4.1 光纤纵差保护

1. 将光端机（在 CPU 插件上）的接收“RX”和发送“TX”用尾纤短接，构成自发自收方式；
2. 仅投差动保护压板；
3. 整定保护定值控制字中“投纵联差动保护”、“专用光纤”“通道自环”、“投重合闸”和“投重合闸不检”均置 1。此时通道异常灯应不亮；
4. 等保护充电，直至“充电”灯亮，且 TV 断线灯不亮；
5. 加故障电流 $I > 1.05 \times 0.5 \times$ 差动电流高定值，模拟单相或多相区内故障；
6. 装置面板上相应跳闸灯亮，液晶上显示“电流差动保护”，动作时间为 10~25ms；
7. 加故障电流 $I > 1.05 \times 0.5 \times$ 差动电流低定值，模拟单相或多相区内故障；
8. 装置面板上相应跳闸灯亮，液晶上显示“电流差动保护”，动作时间为 40~60ms；
9. 加故障电流 $I < 0.95 \times 0.5 \times$ 差动电流低定值，装置应可靠不动作。

7.4.2 距离保护

1. 仅投距离保护压板；
2. 整定保护定值控制字中“投 I 段接地距离”置 1、“投 I 段相间距离”置 1、“投重合闸”置 1、“投重合闸不检”置 1；
3. 等保护充电，直至“充电”灯亮；
4. 加故障电流 $I=5A$ ，故障电压 $U=0.95 * I * Z_{ZD1}$ （ Z_{ZD1} 为距离 I 段阻抗定值）模拟三相正方向瞬时故障，装置面板上相应灯亮，液晶上显示“距离 I 段动作”，动作时间为 10~30ms，动作相为“ABC”；
5. 加故障电流 $I=5A$ ，故障电压 $U=0.95*(1+K)*I*Z_{ZD1}$ （ K 为零序补偿系数）分别模拟单相接地、两相接地正方向瞬时故障，装置面板上相应灯亮，液晶上显示“距离 I 段动作”，动作时间为 10~30ms；
6. 同 1~5 条分别校验 II、III 段距离保护，注意加故障量的时间应大于保护定值时间；
7. 加故障电流 20A，故障电压 0V，分别模拟单相接地、两相、两相接地和三相反方向故障，距离保护不动作（低压距离 III 段固定包含原点，反向出口三相短路会动作）。

7.4.3 零序过流保护

1. 仅投零序保护 I 段压板；
2. 整定定值控制字中“投 I 段零序方向”置 1、“投重合闸”置 1、“投重合闸不检”置 1；
3. 等保护充电，直至“充电”灯亮；
4. 加故障电压 30V，故障电流 $1.05 * I_{01ZD}$ （其中 I_{01ZD} 为零序过流 I 段定值），模拟单相正方向故障，装置面板上相应灯亮，液晶上显示“零序过流 I 段”；
5. 加故障电压 30V，故障电流 $0.95 * I_{01ZD}$ ，模拟单相正方向故障，零序过流 I 段保护不动；
6. 加故障电压 30V，故障电流 $1.2 * I_{01ZD}$ ，模拟单相反方向故障，零序过流保护不动；
7. 同 1~6 条分别校验 II、III、IV 段零序过流保护，注意加故障量的时间应大于保护定值时间；

7.5 输出接点检查

1. 关闭装置电源，闭锁接点（903-904、909-911）闭合，装置处于正常运行状态，闭锁接点断开；
2. 当装置 TV 断线时，所有报警接点（903-905、909-913）应闭合；
3. 断开保护装置的出口跳闸回路，投入差动保护、距离保护、零序保护压板，加故障电压 0V，故障电流 10A，模拟 ABC 三相故障，此时跳闸接点（903-907、908-912、924-925、926-927、928-929）应由断开变为闭合；
4. 断开保护装置的出口跳闸回路，投入差动保护、零序保护、过流保护压板，重合闸整定在“不检”方式，等重合闸充电完成后加故障电压 0V，故障电流 10A，模拟 ABC 三相故障，当保护重合闸动作时，合闸接点（903-906、908-910、916-917、922-923）应由断开变为闭合；

5. 断开保护装置的出口跳闸回路，投入过负荷告警控制字，加负荷电流大于过负荷定值，模拟线路过负荷，过负荷接点（918-919、920-921）应由断开变为闭合；
6. 短接+24V 和“远传 1”开入（614-622），远传 1 开出接点（809-810、811-812）应由断开变为闭合；短接+24V 和“远传 2”开入（614-623），远传 2 开出接点（813-814、815-816）应由断开变为闭合；
7. 将连接光端机“接收”（RX）和“发送”（TX）的尾纤断开，面板上的“通道告警”灯应发光，同时，通道告警接点（801-802、803-804、805-806、807-808）应由断开变为闭合。
8. 断路器在跳位，不加母线电压或线路电压，手合允许接点（817-818、819-820）应闭合。

7.6 打印动作报告

可通过菜单或屏上按钮打印动作报告，屏上按钮只可打印最后一次动作报告，一次完整的动作报告包括以下内容

- 1、动作事件报告。
- 2、装置起动时的开入量。
- 3、装置起动过程中自检和开入量的变位。
- 4、与 COMTRADE 兼容的故障录波波形。
- 5、保护动作时的定值。

注：RCS-943 系列线路保护装置故障选相及测距利用跳闸脉冲发出后一个周波内的数据进行计算，试验时请确保试验仪在收到保护跳闸命令 20ms 后再切除故障电流，即至少模拟 20ms 的断路器跳闸时间。

7.7 通道调试说明

7.7.1 通道良好的判断方法：

1. 保护装置没有“通道异常”告警，装置面板上“通道异常灯”不亮，TDGJ 接点不闭合。
2. “保护状态”→“通道状态”中有关通道状态统计的计数应恒定不变化（长时间可能会有小的增加，以每天增加不超过 10 个为宜）。

必须满足以上两个条件才能判定保护装置所使用的光纤通道通信良好，可以将差动保护投入运行。

7.7.2 通道调试前的准备工作

1. 通道调试前首先要检查光纤头是否清洁？光纤连接时，一定要注意检查 FC 连接头上的凸台和砧琅盘上的缺口对齐，然后旋紧 FC 连接头。当连接不可靠或光纤头不清洁时，仍能收到对侧数据，但收信裕度大大降低，当系统扰动或操作时，会导致通道异常，故必须严格校验光纤连接的可靠性。
2. 若保护使用的通道中有通道接口设备，应保证通道接口装置良好接地，接口装置至通讯设备间的连接线选用应符合厂家要求，其屏蔽层两端应可靠接地，通讯机房的接地网应与保护设备的接地网物理上完全分开。

7.7.3 专用光纤通道的调试步骤：

1. 用光功率计和尾纤，检查保护装置的发光功率是否和通道插件上的标称值一致，常规插件波长为 1310nm 的发信功率在-16dBm 左右，超长距离波长为 1550nm 的发信功率在-11dBm 左右。
2. 用光功率计检查由对侧来的光纤收信功率，校验收信裕度，常规插件波长为 1310nm 的接收灵敏度为-45dBm (64K) 或-35dBm (2M)；超长距离波长为 1550nm 的接收灵敏度为-45dBm (64K) 或-40dBm (2M)；应保证收信功率裕度（功率裕度=收信功率-接收灵敏度）在 6dB 以上，最好要有 10dB。若线路比较长导致对侧接收光功率不满足接收灵敏度要求时，可以在对侧装置内通过跳线（见 2.3.13）增加发送功率，同时检查光纤的衰耗是否与实际线路长度相符（尾纤的衰耗一般很小，应在 2dB 以内，光缆平均衰耗：1310nm 为 0.35dB/km；1550nm 为 0.2dB/km）。
3. 分别用尾纤将两侧保护装置的光收、发自环，将“专用光纤”、“通道自环试验”控制字置 1，经一段时间的观察，保护装置不能有“通道异常”告警信号，同时通道状态中的各个状态计数器均维持不变。
4. 恢复正常运行时的定值，将通道恢复到正常运行时的连接，投入差动压板，保护装置通道异常灯应不亮，无通道异常信号，通道状态中的各个状态计数器维持不变。

7.7.4 复用通道的调试步骤：

1. 检查两侧保护装置的发光功率和接收功率，校验收信裕度，方法同专用光纤。
2. 分别用尾纤将两侧保护装置的光收、发自环，将“专用光纤”、“通道自环试验”控制字置 1，经一段时间的观察，保护装置不能有通道异常告警信号，同时通道状态中的各个状态计数器均维持不变。
3. 两侧正常连接保护装置和 MUX 之间的光缆，检查 MUX 装置的光发送功率、光接收功率（MUX 的光发送功率一般为-13.0dBm，接收灵敏度为-30.0dBm）。MUX 的收信光功率应在-20dBm 以上，保护装置的收信功率应在-15dBm 以上。站内光缆的衰耗应不超过 1~2dB。
4. 两侧在接口设备的电接口处自环，将“专用光纤”、“通道自环试验”控制字置 1，经一段时间的观察，保护不能报通道异常告警信号，同时通道状态中的各个状态计数器均不能增加。
5. 利用误码仪测试复用通道的传输质量，要求误码率越低越好（要求短时间误码率至少在 $1.0E-6$ 以上）。同时不能有 NO SIGNAL、AIS、PATTERN LOS 等其它告警。通道测试时间要求至少超过 24 小时。
6. 如果现场没有误码仪，可分别在两侧远程自环测试通道。方法如下：将本侧保护装置的“专用光纤”控制字置 0（64K 速率的装置，如 RCS-943A；对于 2M 速率的装置，如 RCS-943AM，此控制字仍置 1）、“通道自环试验”控制字置 1；在对端的电口自环。经一段时间测试（至少超过 24 小时），保护不能报通道异常告警信号，同时通道状态中的各个状态计数器维持不变（长时间后，可能会有小的增加），完成后再到对侧重复测试一次。
7. 恢复两侧接口装置电口的正常连接，将通道恢复到正常运行时的连接。将定值恢复到正常运行时的状态。
8. 投入差动压板，保护装置通道异常灯不亮，无通道异常信号。通道状态中的各个状态计数器维持不变（长时间后，可能会有小的增加）。

7.8 光纤及光纤连接注意事项

7.8.1 概述

光纤、尾纤是通过光砵琅盘进行连接。单模光纤的纤芯直径很细，约为 $\varnothing 9\mu\text{m}$ 。为了保证光纤连接时衰减（损耗）最小，必须保证两根光纤在对准时的同心度。而光砵琅盘内最内层是一瓷芯套管，这是保证光纤连接精度的关键部件，为了使光纤插头的瓷芯能插入光砵琅盘，瓷芯套管必须纵向开槽，（开槽瓷芯套管保证了光纤既能插入，又能保证一定的松紧度及连接的精度）由于瓷管本身很薄，又开槽，所以当受到外力超过一定程度时就极易碎裂。在现场施工中由于操作人员对光器件使用不甚了解及野蛮操作，所以光砵琅内瓷芯碎裂时有发生。一旦发生内瓷芯碎裂，光通信必然中断。而且这类中断是很难查找到故障砵琅盘的。必须借助于专用仪表（光功率计、ODTR、光衰减器等）。尤其是当光接收端的砵琅盘内瓷芯碎裂时，通过光功率的测量也无法发现，必须要通过灵敏度检查才能发现问题。砵琅盘内瓷芯严重碎裂时，通过肉眼观测就能发现碎裂、碎片。砵琅盘内瓷芯发生较轻的碎裂时，一般只有裂纹，通过肉眼观测比较难发现，只有通过传输光功率测量才能发现。

（必须说明：尽管瓷芯比较脆弱，但在正确操作时是非常耐用的，又因为材料是陶瓷，非常耐磨而且光滑，所以光砵琅连续插拔数千次乃至上万次都不会损坏，而且还能保证光纤的连接精度。）

7.8.2 清洁处理

光纤在通过光砵琅盘连接时，光跳线（尾纤）的瓷芯端面必须干净整洁。有时甚至在肉眼都看不到有脏物、灰尘时，由于瓷芯端面未擦拭干净都会产生较大衰减，甚至达几十 dB。

- ✧ 清洁：光纤在插入砵琅前，纤芯的瓷芯端面应用浸有无水酒精的纱布擦干净，并用吹气球吹干（吹气球可用医用“洗耳球”）。酒精必须是纯净的无水酒精，最好用分析纯或化学纯。
- ✧ 擦拭干净后的光纤端面在插入光砵琅的过程中不得碰到任何物品。
- ✧ 光纤和光砵琅在未连接时都必须用相应的保护罩套好，以保证脏物不进入光砵琅或污染光纤端面。
- ✧ 光纤端面被弄脏后与另一端光器件连接时，可能会把脏物转移到对端。在现场安装时这一后果有时是严重的，如被转移对端是光端机的光接收端，由于脏物存在，接收到光信号被衰减，但尚且能正常工作，当这种设备运行一段时间后，由于器件老化等原因，当光信号有所衰减就会出现故障，即使原来系统的设计是留有足够的冗余度的。

7.8.3 光纤与砵琅连接

光纤与砵琅在连接前必须经过上面第 2 步的处理。

- ✧ 必须在眼睛可视的情况下，做光纤与光砵琅的连接，绝不能仅凭手的感觉进行操作。
- ✧ 光纤在插入光砵琅时，要保持在同一轴线上插入；并且光纤上的凸出定位部分要对准砵琅的缺口。
- ✧ 光纤插入砵琅时一般都有一定阻力，可以把光纤一边往里轻推，一边来回轻轻转动，直到插到位，最后拧紧。注意：光纤插入砵琅过程中千万不能左右、上下晃动，这样会使光砵琅内的陶瓷套管破裂。

7.8.4 光纤、尾纤的盘绕与保护

- ✧ 尽量避免光纤弯曲、折叠，过大的曲折会使光纤的纤芯折断。在必须弯曲时，必须保证弯曲半径必须大于 3cm(直径大于 6cm)，否则会增加光纤的衰减。
- ✧ 光缆、光纤、尾纤铺放、盘绕时只能采用圆弧型弯曲，绝对不能弯折，不能使光缆、光纤、尾纤呈锐角、直角、钝角弯折。
- ✧ 对光缆、光纤、尾纤进行固定时，必须用软质材料进行。如果用扎线扣固定时，千万不能将扎线扣拉紧。